

eos
WETENSCHAP

SPECIAL



COLD CASE

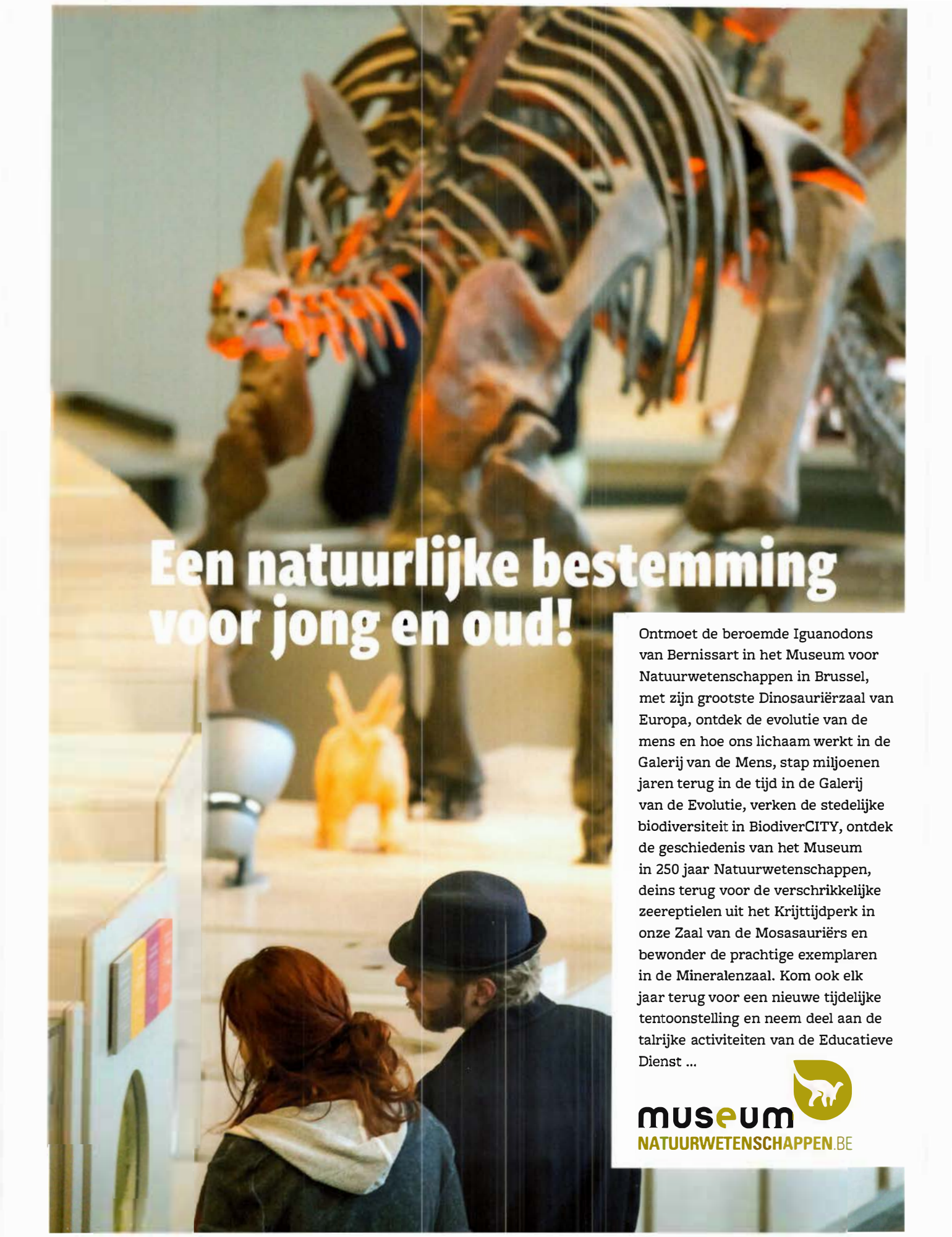
Onderzoek naar
gruwelijk einde
heropend!

WIE VERMOORDDE DE IGUANODONS?

Alles over de Belgische dinosauriërs

+ POSTER IGUANODONKOP (77 X 52 CM)

Geschiedenis

A large dinosaur skeleton, likely an Iguanodon, is the central focus of the image, displayed in a museum hall. In the foreground, a man wearing a dark suit and a bowler hat, and a woman with long red hair, are looking at the exhibit. The background shows other museum displays, including a small orange dinosaur figurine on a pedestal.

Een natuurlijke bestemming voor jong en oud!

Ontmoet de beroemde Iguanodons van Bernissart in het Museum voor Natuurwetenschappen in Brussel, met zijn grootste Dinosauriërzaal van Europa, ontdek de evolutie van de mens en hoe ons lichaam werkt in de Galerij van de Mens, stap miljoenen jaren terug in de tijd in de Galerij van de Evolutie, verken de stedelijke biodiversiteit in BiodiverCITY, ontdek de geschiedenis van het Museum in 250 jaar Natuurwetenschappen, deins terug voor de verschrikkelijke zeereptielen uit het Krijttijdperk in onze Zaal van de Mosasauriërs en bewonder de prachtige exemplaren in de Mineralenzaal. Kom ook elk jaar terug voor een nieuwe tijdelijke tentoonstelling en neem deel aan de talrijke activiteiten van de Educatieve Dienst ...

museum 
NATUURWETENSCHAPPEN.BE

Inhoud

6

EUREKA!

'Belangrijke ontdekking beenderen in breuk steenkolenmijn Bernissart.' Een telegram vormt de start van een ongezien paleontologisch avontuur.

12

VÓÓR BENISSART

Wat wisten de eerste anatomen en fossielenjagers al over dinosauriërs? De spannende beginnendagen van de paleontologie.

26

BIG IN BRUSSELS

De trip van de ondergrond van Bernissart tot bij het kijklustige publiek in Brussel en zelfs in Japan, waar de iguanodons tijdelijk naartoe reisden.

36

VISSOEP

In de kleilagen van Bernissart zijn ook 3.000 visfossielen gevonden. Ze geven een inkijk in het zoetwaterleven ten tijde van de iguanodons.

50

FAMILIEPORTRET

Iguanodonachtigen gingen van *zero to hero*: kneusjes in het middenjura, incontournable tegen het einde van het krijt. De iguanodonfamilie van wortel tot laatste spruit.

62

HET DECOR

Wat groeide er in de drassige regio van Bernissart 125 miljoen jaar geleden? Een reconstructie op basis van versteende planten, sporen en stuifmeelkorrels.

68

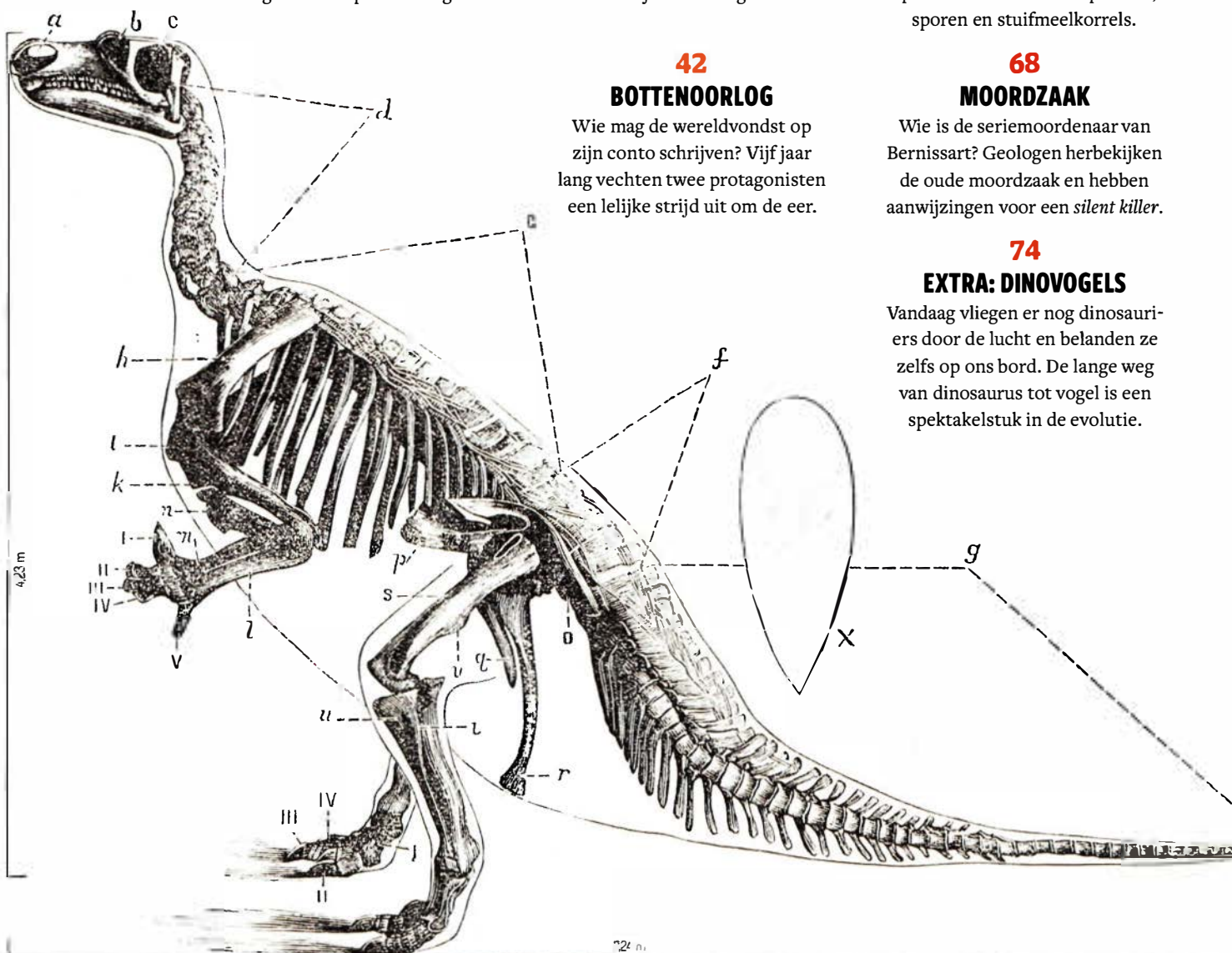
MOORDZAAK

Wie is de seriemoordenaar van Bernissart? Geologen herbekijken de oude moordzaak en hebben aanwijzingen voor een *silent killer*.

74

EXTRA: DINOVOGELS

Vandaag vliegen er nog dinosauriërs door de lucht en belanden ze zelfs op ons bord. De lange weg van dinosaurius tot vogel is een spektakelstuk in de evolutie.



Terug naar Bernissart

Als je in de buurt bent van de Henegouwse hoofdstad Bergen, stap dan eens binnen in het kleine, maar fijne Musée de l'Iguanodon in Bernissart.

In dit onooglijke dorp op een steenworp van de Franse grens zijn ze bijzonder trots op de vondst van wereldformaat van 140 jaar geleden. Mijnwerkers en museum-technici haadden er dertig iguanodons en ook krokodillen, schildpadden, salamanders, vissen en planten naar boven.

Het verhaal van de iguanodons van Bernissart is uniek: nooit eerder werden zoveel bijna intacte skeletten bijeen gevonden. Ze waren de steen van Rosetta voor de prille paleontologie. Ja, er waren al heel wat dinofossielen gevonden, maar eindelijk kregen wetenschappers en publiek een precies beeld van hoe een dino eruitzag.

In anderhalve eeuw zijn we meer te weten gekomen over hun leefwereld en gedrag. We weten dat ze niet op twee poten stapten, zoals lang gedacht, maar bijna fulltime viervoeters waren. We kunnen ook de stamboom van de iguanodon opmaken tot aan de wortels. Maar hoe kwamen deze 'Belgische dino's' aan hun eind? Paleontologen heropenen de moordzaak en nemen de fossielen en de originele geologische kaarten onder de loep, op zoek naar sporen. Was een moerasgas de stille seriemoordenaar?

In deze *Eos Special*, volledig geschreven door de specialisten van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen en de universiteit van Bergen, lees je alles over de iguanodons van Bernissart. Een legendarisch telegram was het startschot van een groots paleontologisch avontuur, dat even ontstond werd door hevige ruzies tussen geleerden over wie zich de ontdekker mag noemen. Vandaag geven we de mijnwerker Jules Crêteur de credits van deze wereldvondst. Naast de historische context presenteren paleontologen de recentste wetenschappelijke inzichten over de iguanodons. Een uitneembare dubbele poster met de prachtige negentiende-eeuwse tekeningen van een iguanodonkop en een krokodil door Gustave Lavalette krijg je er gratis bovenop.

Als je nog eens vanuit kikvorsperspectief naar een iguanodon kijkt, in het Museum voor Natuurwetenschappen in Brussel of in het Musée de l'Iguanodon in Bernissart, zal je veel méér zien.

Veel leesplezier!

Reinout Verbeke

wetenschapscommunicator
Koninklijk Belgisch Instituut
voor Natuurwetenschappen

Raf Scheers

hoofdredacteur
Eos Wetenschap





Iguanodon in de
Janletvleugel van
het Museum voor
Natuurwetenschappen
begin 20ste eeuw.

ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES



INDICATIONS DE SERVICE :

BUREAU DE

Reçu à

Edouard Dupont

pl. I.

*M. Arnould, ingénieur principal
à Vannes.*



TÉLÉGRAMME

Déposé à

Edouard Dupont

N°

1216

*Découverte importante
ossements dans faille
charbonnage Bernissart
se décomposent par pyrite
envoyez Depauw demain
pour arriver station Epuis
huit heures, matin y
serai wagent = Gustave
arnould*

L'Etat n'est soumis à aucune responsabilité à raison du service de la correspondance privée par voie télégraphique (loi du 1^{er} Mai 1851, Art 6)

Het telegram van mijn ingenieur Gustave Arnould aan Edouard Dupont van het
Natuurhistorisch Museum. Gedateerd: 12 april 1878.

Mijlpaal in de paleontologie

‘Belangrijke ontdekking beenderen. Stuur Depauw! Dringend!’

Van 1878 tot 1881 wordt een dertigtal skeletten van iguanodons bovengehaald in het Belgische mijnorpje Bernissart. Een opgewonden telegram aan het Natuurhistorisch Museum vormt de start van een paleontologisch avontuur.

Pascal Godefroit

Bernissart. Een dorpje in de Belgische provincie Henegouwen, op een steenworp van de Franse grens. In de tweede helft van de negentiende eeuw gaat het deze streek voor de wind: het is het belangrijkste steenkoolbekken van Europa. Het mijnbedrijf Société Anonyme des Charbonnages de Bernissart heeft drie mijnschachten geboord, waarvan de Sint-Barbaraput met zijn 422 meter de diepste is.

Het is donderdag 28 februari 1878. De kompels Jules Créteur en Alphonse Blanchart zijn op 322 meter diepte een horizontale proefgalerij aan het graven, maar moeten stoppen: ongeveer 250 meter ten oosten van de Sint-Barbaraput stoten ze op ingestort puin. De hoofdopzichter verwittigt stante pede ingenieur Léon Latinis en ook Gustave Fagès, de directeur van de steenkoolmijn van Ber-

nissart. De dag erop gaan Fagès, Latinis en de hoofdopzichter naar beneden om de situatie te bekijken. De grond op het einde van de galerij is volledig verpulverd en de steenkooladers zijn vermengd met zandsteenblokken. De mijnwerkers zijn hier op een verticale ‘cran’ gestoten. Deze geologische structuur kennen de Henegouwse mijnwerkers goed: soms tiental-

len meters brede verzakkingen die meestal gevuld zijn met klei en waarin geen steenkool zit. Voor de mijnexploitanten is het dus van groot commercieel belang dat ze weten hoe groot die kleimassa's zijn en op welke manier ze de steenkoollagen verstoren.

Al in 1870 veronderstelden twee geologen, onder wie François-Léopold Cornet, dat die natuurlijke putten cilindervormige instortingen zijn, gevormd doordat er veel dieper onder de grond kalk oploste. Het dak van de grote oploscholtes die zo waren ontstaan, kon het gewicht van de bovenliggende lagen niet meer torsen en stortte in. Zo kreeg je dwars door de steenkolenlagen verticale putten gevuld met jongere afzettingen. Meestal zijn dit kleine structuren, dus mijnwerkers Jules Créteur en Alphonse Blanchard



krijgen de opdracht een proefgalerij te graven dwars door de 'cran' heen.

Rib van Adam

Op 1 april bereiken de mijnwerkers een regelmatige laag. Latinis denkt dat ze opnieuw bij de steenkool zitten. Op vrijdag 5 april dalen Fagès en Latinis weer in de Sint-Barbaraput tot in de steengang op 322 meter diepte om er de situatie te bekijken. In de galerijwanden vinden ze enkele fossielen, die volgens Latinis boomtakken zijn en volgens Fagès beenderen van grote dieren. Fagès besluit het werk tijdelijk op te schorten.

Later zal uit een gedetailleerde analyse van de beschikbare documenten blijken dat de mijnwerkers al ongeveer 6 meter diep in de fossilhoudende lagen waren binnengedrongen toen Fagès en Latinis de fossielen opmerkten. Waarschijnlijk hebben de twee mijnwerkers begin april een groot deel van het eerst ontdekte iguanodon skelet vernield.

Vrijdagavond 5 april houden de notabelen van Bernissart topoverleg in Hôtel de la Gare (of Café Dubruille). Léon Latinis beweert mordicus dat de fossielen uit de Sint-Barbaraput stukken hout zijn. Gustave Fagès volhardt dat hij de 'rib van vader Adam' ontdekt heeft. Op tafel liggen de betwiste voorwerpen. De dorpsgeneesheer, die ook voor de mijn werkt, is scheidsrechter. Hij gooit een brok in het vuur en het brandt. Het zijn dus beenderen: Fagès heeft gelijk! Zelfs al wordt dit tafereel schriftelijk vermeld, het lijkt wel een broodjeaapverhaal. Het is nog altijd niet duidelijk waarom beenderen beter zouden branden dan fossiel hout! Nog zo'n verhaal: toen Créteur de eerste beenderen

ontdekte, zouden alle mijnwerkers overtuigd zijn geweest dat de boomstammen vol met goud zaten. De beenderen zaten inderdaad boordevol pyriet, een goudglanzend mineraal. Hoewel Louis-François De Pauw (zie verder) dit verhaal vermeldt, wordt het door geen enkel document uit de tijd van de ontdekking gestaafd. Maar de legende leeft voort ...

Op zondag 7 april stuurt Fagès Latinis met beenderen naar geoloog François-Léopold Cornet in Cuesmes, om zijn mening te vragen over hun oorsprong. Helaas is Cornet niet thuis en Latinis laat de beenderen bij hem thuis achter. Cornets zoontje Jules moet zijn vader zeggen dat ze uit de Sint-Barbaraput van Bernissart komen. De volgende dag, maandag 8 april, komt Cornet Fagès in Bernissart opzoeken, maar Fagès is die dag beneden in de mijn. Op 10 april stuurt Cornet één van de door Latinis achtergelaten fossielen – waarschijnlijk een tand – naar Pierre-Joseph Van Beneden, een van de bekendste dierkundigen van België. De hoogleraar aan de Universiteit van Leuven is uiterst beslagen in de vergelijkende anatomie en de paleontologie van gewervelde dieren. Van Beneden bestudeert al twintig jaar fossiele walvissen die in de streek van Ant-



Maquette van het stuk mijn gang op 322 meter diepte. Hier stootte Jules Créteur op de eerste iguanodon beenderen.

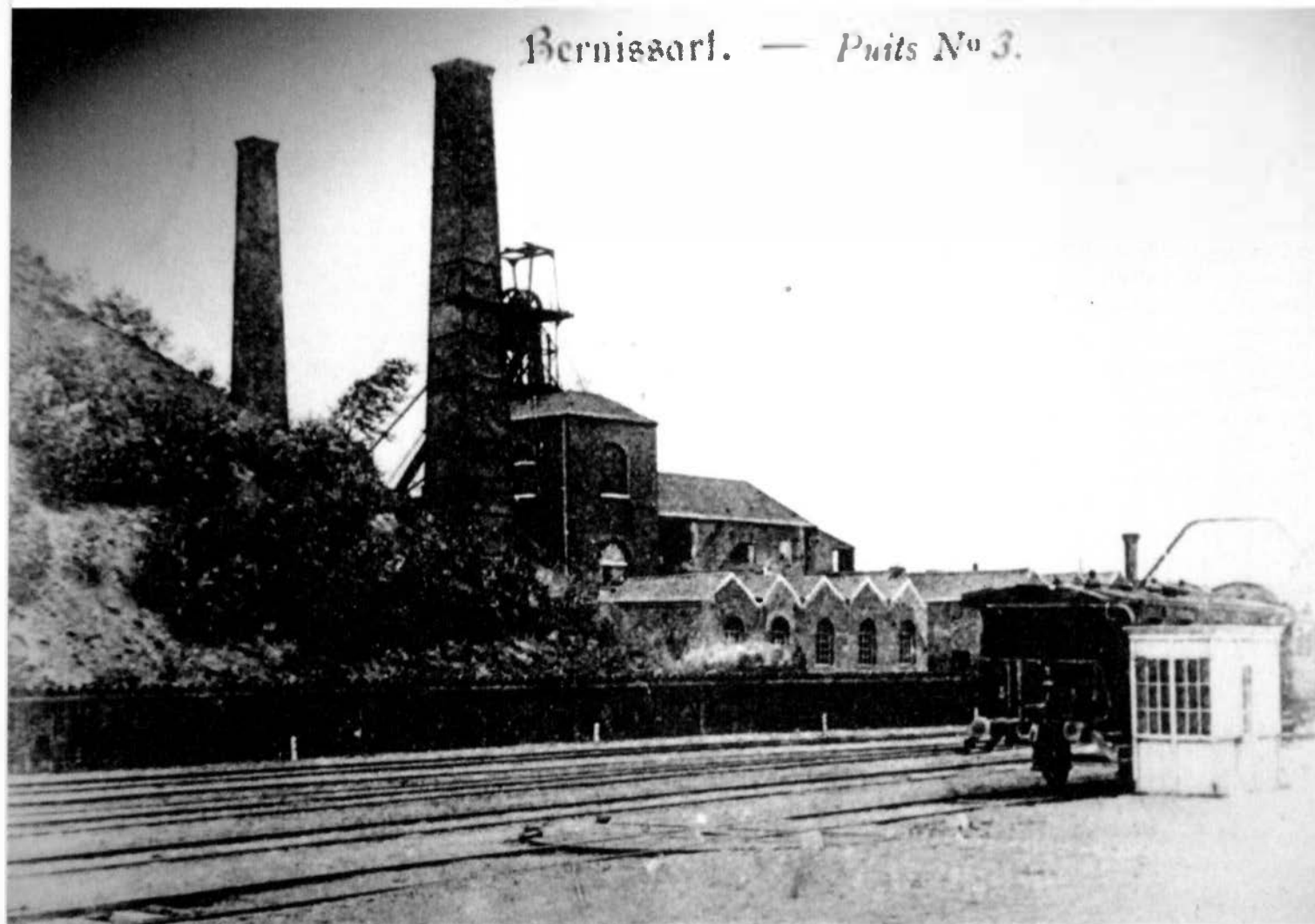
werpen zijn ontdekt en bewaard worden in het Koninklijk Natuurhistorisch Museum van België (later het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen).

Stuur Depauw! Dringend!

Van zijn kant gaat Fagès op 12 april naar Bergen om Gustave Arnould, hoofdingenieur van het Mijnwezen, op de hoogte te brengen van de ontdekking. Die stuurt onmiddellijk een telegram naar Edouard Dupont, directeur van het Natuurhistorisch Museum: 'Belangrijke ontdekking beenderen in breuk steenkolenmijn

Toen de beenderen ontdekt werden, zaten ze boordevol pyriet. Volgens de legende spraken de mijnwerkers over boomstammen vol met goud

Bernissart. — Puits N° 3.



Bernissart vallen uiteen door pyriet stuur Depauw (*sic*) morgen aan te komen station Bergen acht uur 's morgens zal er zijn dringend. Gustave Arnaut (*sic*)'

Louis-François De Pauw is toezichthouder in de ateliers van het Natuurhistorisch Museum. Hij is een uitzonderlijk vindingrijk en ervaren preparateur: zo stond hij Van Beneden bij in zijn onderzoek op de Antwerpse walvissen en monteerde hij het skelet van de Mammoet van Lier, de allereerste opgestelde mammoet in West-Europa. Op zaterdag 13 april dalen De Pauw, Arnould, Fagès en Latinis af in de Sint-Barbaraput. Ze vinden al vlug nieuwe beenderen en leggen

zelfs een hele poot vrij. Ze laten die op een geïmproviseerde draagberrie naar boven brengen, maar in de buitenlucht vallen de beenderen snel uiteen. De Pauw begrijpt perfect wat er aan de hand is: de beenderen bevatten veel pyriet, dat oxideert zodra het met lucht in aanraking komt en het been errond letterlijk doet ontploffen. Zelfverzekerd doet hij Fagès een voorstel: als het mijnbedrijf de fossielen aan de Belgische Staat schenkt, en de facto aan het Natuurhistorisch Museum, zal hij toezien op de opgravingen en de preparatie van de beenderen en ervoor zorgen dat ze uitstekend bewaard blijven.

De raad van bestuur van de

Société Anonyme des Charbonnages de Bernissart keurt dit voorstel goed en deelt dit mee aan Minister van Binnenlandse Zaken Charles Delcour en aan museum-directeur Edouard Dupont. Op 16 april schrijft Dupont brieven aan Fagès en Arnould om ze hartelijk te bedanken voor de genomen maatregelen. Hij verzekert hun er tevens van dat De Pauw en de andere werknemers van het Natuurhistorisch Museum volledig zullen meewerken bij het opgraven van de fossielen. Dupont wijst er wel op dat ze niet onmiddellijk met het onderzoek kunnen beginnen, omdat de mensen van het museum de Wereldtentoonstelling

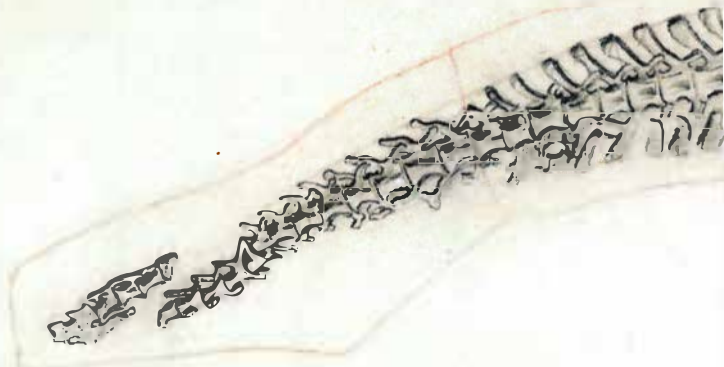
De schachtbok boven de Sint-Barbaraput van Bernissart. Vandaag blijft enkel nog een deksteen als getuige over.

van Parijs aan het voorbereiden zijn. Dupont schrijft ook een brief naar Cornet met de vraag of hij de stratigrafie van de vindplaats in Bernissart wil bestuderen. Op 18 april coördineert Latinis het vervoer naar Brussel van elf kisten met de fossielen die sinds 5 april in Bernissart opgegraven zijn.

Het is Van Beneden die op een zitting van de Koninklijke Belgische Academie op 7 mei 1878 voor het eerst officieel en in het openbaar verkondigt dat er in Bernissart beenderen van reusachtige fossiele reptielen ontdekt zijn. Hij besluit zijn mededeling: 'De heer Latinis, ingenieur bij de steenkoolmijn van Bernissart, die zes of zeven jaar geleden in Leuven afstudeerde, deed een mooie ontdekking in deze bruinkoollaag; hij vond er een grote hoeveelheid beenderen afkomstig van reuzenreptielen, die helaas geplet en ontstellend slecht bewaard zijn. Voor het ogenblik is het moeilijk de naam te zeggen van de reptielen die deze hoop beenderen teweegebracht, maar enkele tanden met goed bewaard glazuur laten ons vermoeden dat ze van *Iguanodon* zijn. Het onderzoek, dat we met zorg willen voortzetten, zal naar onze mening de paleontologische kwestie ophelderen en bijgevolg de ouderdom bepalen van de lagen waarin deze beenderen bewaard zijn.'

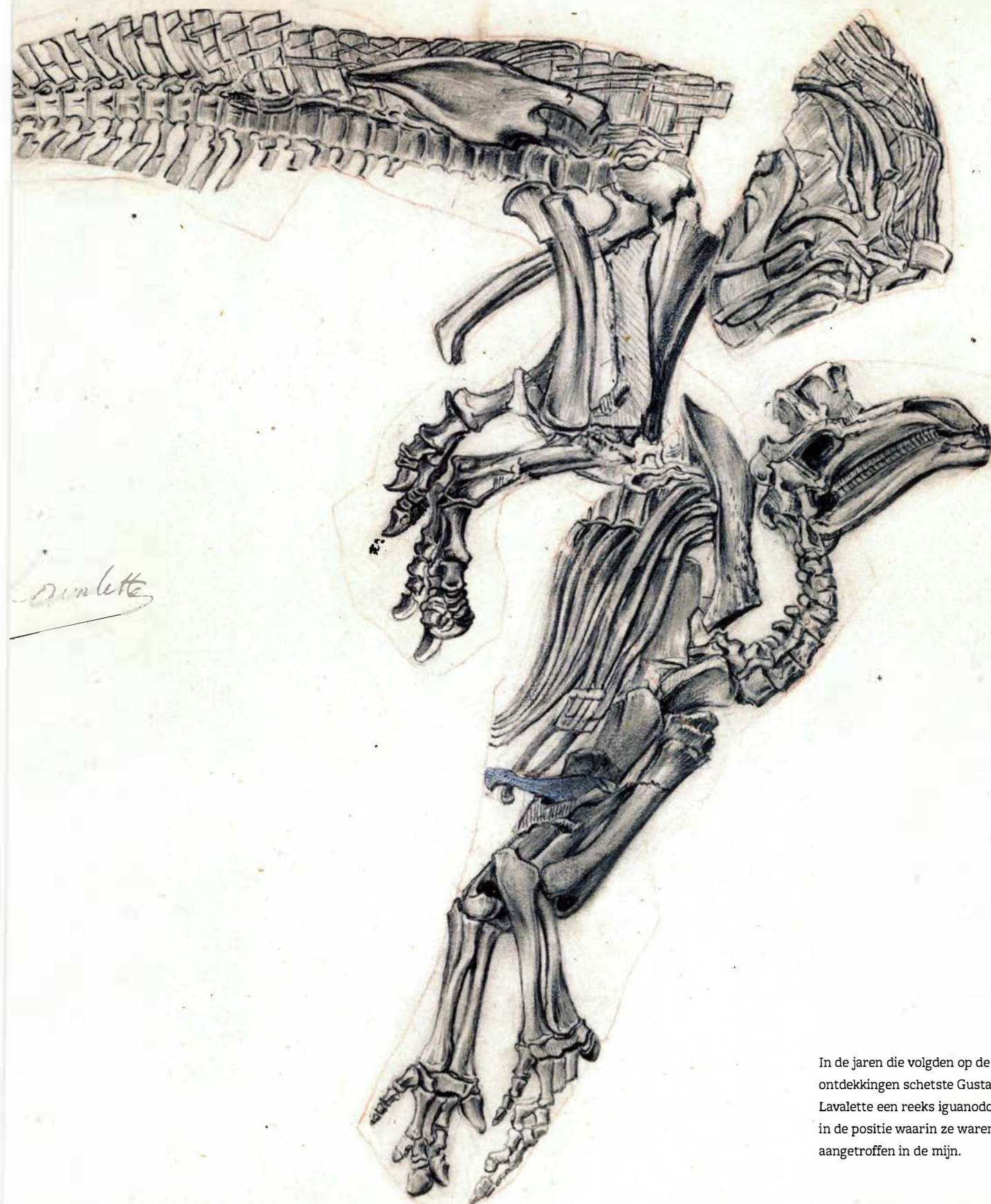
Cornet is als lid van de Koninklijke Belgische Academie op de zitting, Dupont, ook lid, niet...

Wie zich de ontdekker van deze mijlpaal in de paleontologie mag noemen – de mijnwerkers, de ingenieur, de mijndirecteur, of de hoogleraar? – zal ontaarden in een verbeten strijd (zie. 'Belgische bottenoorlog', pag. 42). ■



Lectre R. Plan 10.

I. bernissartensis



In de jaren die volgden op de ontdekkingen schetste Gustave Lavalette een reeks iguanodons in de positie waarin ze waren aangetroffen in de mijn.

De iguanodons vóór Bernissart

Verschrikkelijk en megagroot

De iguanodons van Bernissart waren in 1878 de steen van Rosetta voor de vroege dinowetenschap. Paleontologen en publiek kregen voor het eerst een gedetailleerd beeld van hoe dinosaurussen eruitzagen. Ook voordien waren er al dinovorsers en fossielenjagers die deze ongeziene landreptielen en iguanodons bestudeerden, zonder al te goed te weten wat ze in handen hadden.

Pascal Godefroit

De eerste dinosaurus werd in 1841 geboren. Op een conferentie in Plymouth lanceerde de beroemde Engelse paleontoloog Richard Owen het begrip *Dinosauria*. *Sauros* betekent 'hagedis', *deinos* vertalen we doorgaans als 'verschrikkelijk', maar Owen koos voor *fearfully great*, 'angstwekkend groot'.

'Deze reusachtige krokodilhagedissen leefden op het vasteland en vertoonden bijzondere anatomische structuren. Ze verschillen duidelijk van de amfibische sauria die tegenwoordig op het land leven', schreef hij.

Owen was niet alleen een begenadigd wetenschapper. Hij zag toe op de eerste levensgrote reconstructie van een dinosaurus en was de drijvende kracht achter het Natural History Museum in Londen. Vanaf toen waren dinosaurussen niet langer het privéterrein van excentrieke amateurwetenschappers, maar fascineerden ze een breed publiek.

Scrotum humanum

De versteende teelballen van een reus? In de zeventiende en achttiende eeuw begreep niemand wat deze vreemde botten waren. Het had geen haar gescheeld of Scrotum humanum was de eerste wetenschappelijke naam voor dinosaurussen.

Lang voordat Owen er een etiket op kleefde, waren er al beenderen van dinosaurussen ontdekt, maar niemand begreep goed wat ze waren. De eerste 'wetenschappelijke' voorstelling dateert uit 1677 en is van de hand van dominee Robert Plot (1640-1696). Ze verscheen in zijn boek *The Natural History of Oxfordshire*. De paleontologie stond toen nog in de kinderschoenen en de waarnemingen van Plot klinken vrij exotisch. Hij had het over 'schroefbeenderen' (*screw-bones*), 'ossenhartes' en 'paardenkoppen' voor de binnenmallen van slakken en ook over 'sterrenstenen' (*star-stones*, koraalkolonies).

In zijn boek staat ook een illustratie van het onderste stuk van een dijbeen met een omtrek van 60 centimeter, dus groter dan dat van een olifant. Plot besloot de beschrijving van dit been met volgende opmerkingen: 'dat was beslist een echt been, dat nu versteend is' en 'het lijkt sterk op het dijbeen van een mens, of minstens toch op dat van een dier'. Hij geloofde niet dat het een been van een paard, een rund of een olifant was, maar veeleer van een reus. Eigen-

4
p.155.



Robert Plot dacht dat dit
dinodijbeenstuk van een mensenreus
kwam. Richard Brookes wond er
geen doekjes om: dit moest wel een
reusachtig *Scrotum humanum* zijn.

lijk was dit dijbeen van een vleesetende dinosaur.

In 1763 dook dit been weer op in een boek van Richard Brookes, *Natural History of Waters, Earths, Stones, Fossils, and Minerals*. Naast de illustratie van het fossiel noteerde Brookes de naam *Scrotum humanum*. Dacht hij nu echt dat het de versteende testikels waren van een reus van vóór de zondvloed, of was het gewoon een schuine mop? Brookes nam het geheim mee in zijn graf.

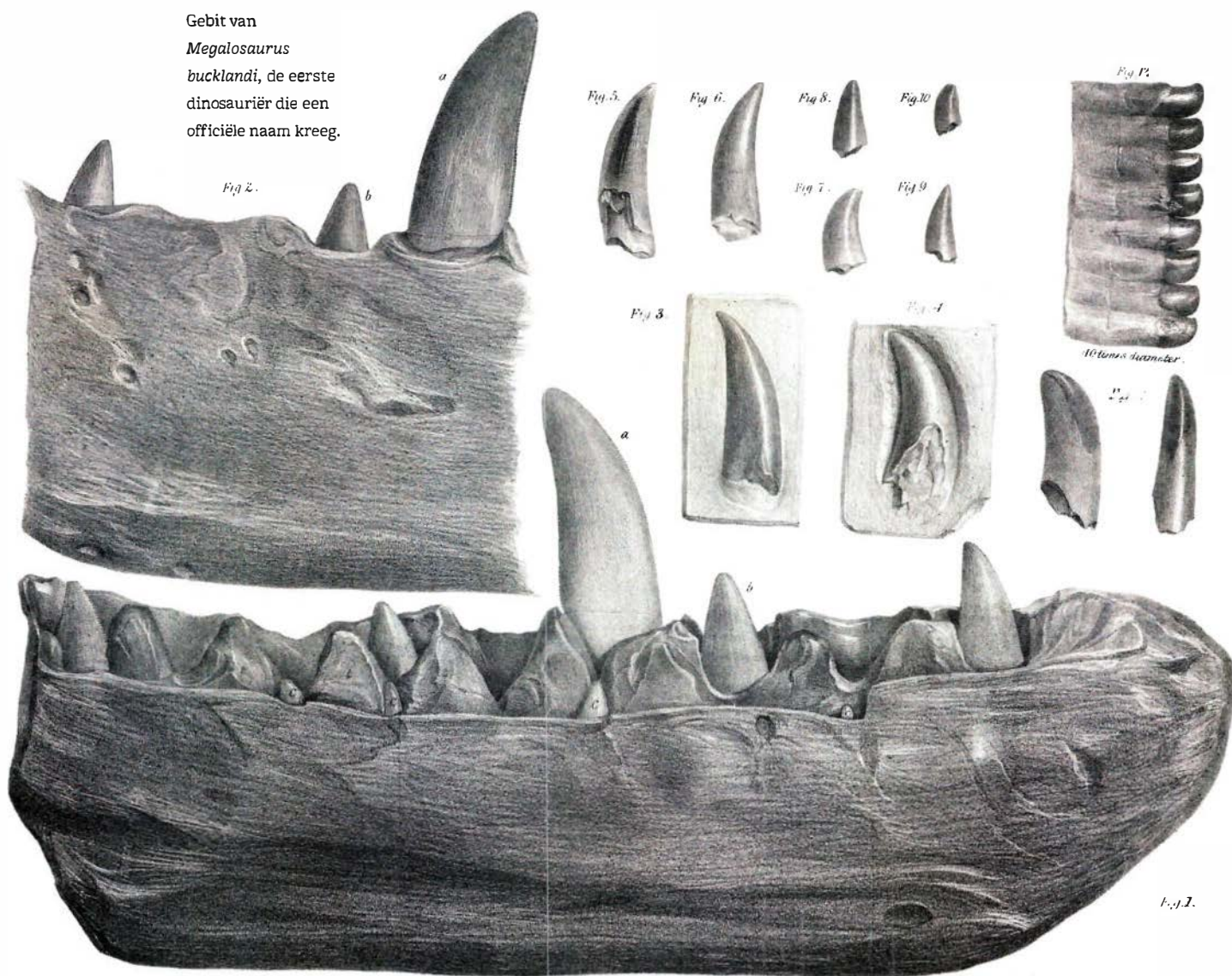
Eerste dinosaurusnaam

De twintigste-eeuwse Britse paleontoloog Beverly Halstead stelde uitdagend vast dat *Scrotum humanum* inderdaad de eerste wetenschappelijke naam was die aan

een dinosaurus is gegeven. Volgens de regels van de zoölogische nomenclatuur had *Scrotum humanum* voorrang op *Megalosaurus bucklandi*, die de Duitse paleontoloog Hermann Von Meyer in 1832 beschreef. De eer van dinosaurussen werd gered, want het stuk dat aan de basis lag van de illustratie door Plot en Brookes ging verloren.

Toch heeft de International Commission on Zoological Nomenclature, de officiële instantie die de regels voor de benaming vaststelt en bij conflicten een uitspraak doet, zich gewetensvol over het geval *Scrotum humanum* gebogen. In haar eindeloze wijsheid besloot de eerbiedwaardige commissie Meyers *Megalosaurus bucklandi* te aanvaarden en niet Brookes' *Scrotum humanum*.

Gebit van *Megalosaurus bucklandi*, de eerste dinosauriër die een officiële naam kreeg.



De krokodil van Honfleur

In de tijd van Napoleon dachten de pioniers van de moderne paleontologie dat ze de beenderen van fossiele reptielen opgroeven. Oorlog maakte het Franse, Britse en Duitse paleontologen niet makkelijk om hun vondsten te vergelijken.

Georges Cuvier (1769-1832) wordt beschouwd als de grondlegger van de vergelijkende anatomie en de 'moderne' paleontologie van gewervelden. Tijdens zijn glansrijke carrière was hij onder andere 'natuurvorser' in het Natuurhistorisch Museum van Parijs, hoogleraar aan het Collège de France en lid van de Académie française. Ondertussen bouwde hij nog een loopbaan uit in de administratie onder keizer Napoleon.

In 1812 publiceerde hij zijn meesterwerk: *Recherches sur les ossements fossiles de Quadrupèdes* (Onderzoek naar de fossiele beenderen van viervoeters). In de vijfde verhandeling beschrijft Cuvier onder andere een specimen dat een zekere Bachelet, een priester en amateurnatuurvorser, in 1770 in het Normandische Honfleur had ontdekt. Na diens overlijden verwierf C. Guersent, een leerkracht natuurhistorie in Rouen, zijn verzameling.

In 1799 beval de prefect van het departement Seine-Inférieure dat de collectie overgebracht moest worden naar het natuurhistorisch museum van Parijs. Van het exemplaar van Honfleur waren de wervels, een fragmentair schaambeentje en een deel van de achterpoot bekend. Cuvier was van mening dat het een skelet van een krokodil was, waarvan de wervels een bijzondere morfologie vertoonden. Krokodillenwervels zijn gewoonlijk vooraan concaaf en achteraan convex, maar bij het exemplaar van Honfleur was het omgekeerd. Cuviers Duitse evenknie Von Meyer wilde de aandacht op deze bijzondere wervelstructuur vestigen toen hij in 1832 de krokodil van Honfleur de naam *Streptospondylus altdorfensis* gaf ('de omgekeerde wervel uit Altdorf'). Cuvier en Von Meyer realiseerden zich niet dat de krokodil van Honfleur een heel bijzonder dier was. Pas in 2001, meer dan twee eeuwen na de ontdekking van het fossiel, ontdekte de Franse paleontoloog Ronan Allain het opnieuw. Hij stelde vast dat het een dinosaurius was.

Iguanodonfossiel avant la lettre

Aan het begin van de negentiende eeuw was Engeland de plaats waar het onderzoek naar fossiele reptielen het

hardst ging. William Smith (1769-1839) wordt vaak beschouwd als grondlegger van de Britse geologie. Hij ontdekte als eerste 'stratigrafische' fossielen. Dankzij Smith zijn fossielen geen curiosa meer voor verzamelaars, maar efficiënte middelen om de ouderdom te bepalen van de grondlaag waarin ze zich bevinden.

In 1815 publiceerde hij de eerste geologische kaart van Groot-Brittannië. Toen hij in 1809 voor die kaart een groeve in Cruckfield prospecteerde, vond hij er fragmenten van wervels en het onderste deel van een heel groot scheenbeen. De beenderen belandden in de collecties van het Natural History Museum, waar ze in de vergetelheid raakten. 170 jaar later dolf de Britse paleontoloog David B. Norman ze weer op en stelde vast dat het de eerste officieel ontdekte fossielen van iguanodon waren.

Mega-hagedis

Na Napoleons nederlaag heerste er weer vrede tussen Frankrijk en Engeland. Cuvier kreeg eindelijk de toelating het Kanaal over te steken en in 1817-1818 ontmoette hij zijn Britse collega's. Aan de University of Oxford voerde hij lange gesprekken met de geoloog William Buckland (1784-1856). Zoals veel van zijn tijdgenoten was Buckland zowel wetenschapper als geestelijke. Hij sloofde zich zijn hele carrière uit om die twee gebieden te verzoenen.

Van 1808 tot 1812 doorkruiste Buckland Engeland, Schotland en Wales. Daarbij onderzocht hij tal van geologische profielen en nam enorm veel stalen mee. In 1813 werd hij hoogleraar mineralogie aan de University of Oxford. Buckland toonde Cuvier zijn collectie fossielen uit de groeve van Stonesfield, bij Oxford. Cuvier herinnerde zich dat hij dergelijke fossielen in Normandië had gezien.

Op 20 februari 1824, tijdens de eerste zitting van de Geological Society, waarbij hij voorzitter was, maakte Buckland de ontdekking van de beenderen van Stonesfield bekend. Hij doopte het dier megalosaurus of 'grote hagedis'. Volgens Buckland was megalosaurus een ongeveer twaalf meter lange amfibische hagedis. Het artikel dat later dat jaar verscheen, bevatte de eerste wetenschappelijke beschrijving van wat Owen later een dinosaurius zou noemen. Het was een historische zitting voor het wereldje van de vertebratenpaleontologie.

Ook dominee William Conybeare had een belang-

rijke mededeling: een bijna volledig skelet van een plesiosaurus, het merkwaardige exemplaar dat de beroemde 'fossielenjaagster' Mary Anning in Lyme Regis ontdekt had. Ook Gideon Mantell was erbij. Hij bracht – minder formeel – de vondst naar voren van beenderen die leken op die van Bucklands megalosaurus en die hij had gevonden in Tilgate Forest bij Cruckfield in Sussex.

Dokter Gideon Mantell was vooral te vinden in groeves op zoek naar fossielen.



De vader van iguanodon

De Engelse plattelandsarts en amateurpaleontoloog Gideon Mantell was de eerste die een soort viervoetige hagedis met neushoorn tekende. Hij noemde het dier Iguanodon.

Gideon Algernon Mantell (1790-1852), een schoenmakerszoon uit Lewes in Sussex, begon zijn carrière als geneesheer in 1819, maar zijn echte passies waren geologie en paleontologie. Gelukkig woonde Mantell vlakbij fossielrijke groeven, onder meer de groeve van Cruckfield, waar William Smith in 1809 fossiele beenderen gevonden had.

Mantell besteedde al zijn vrije tijd in de groeves, op zoek naar fossielen, die hij dan trots in zijn huis tentoonstelde. Over deze collectie schreef hij in 1822 zijn eerste boek: *The Fossils of the South Downs*. De prachtige lithografische platen waren van de hand van zijn vrouw Mary Ann.

De bladzijden 37 tot 60 in het boek gaan over Tilgate Forest, de naam van twee groeves. Mantell schrijft onder andere dat 'de enorme tanden, werfels, beenderen en andere resten van een dier uit de groep der hagedissen misschien wel de interessantste fossielen zijn uit het graafschap Sussex'.

Mantell beschrijft ook tanden met een heel bijzondere morfologie, waarvan het glazuur met evenwijdige richels en groeven doorkruist is, en ook heel grote ribben die 'meer leken op de ribben van grote zoogdieren dan op die van reptielen'.

Raadselachtige tanden

De legende wil dat Mary Ann Mantell deze gekartelde tanden vond toen ze haar man vergezelde bij een consult op het platteland. De werkelijkheid is wellicht ingewikkelder. Waarschijnlijk heeft ene Lenny, een steenbreker uit de buurt, de tanden aan

Mantell verkocht. Die laatste had aan de arbeiders in de groeve gevraagd goed uit te kijken naar fossiele tanden, want Cuvier beweerde dat dit de beste aanwijzingen waren om gewervelden te identificeren.

Drie jaar lang deed Mantell alle moeite om te weten van welk dier deze raadselachtige tanden waren. Hij zocht contact met Engelse natuurwetenschappers die meer beslagen waren in de vergelijkende anatomie. Tijdens een bijeenkomst van de Geological Society in Londen onthulde Mantell de beenderen van Tilgate Forest. Hij opperde dat ze van een onbekend plantenetend reuzenreptiel kwamen.

Niet iedereen ging met die interpretatie akkoord. Volgens de geoloog William Clift waren de tanden van een reusachtige zeewolf (een baarsachtige vis) of van een zoogdier uit de 'zondvloedtijd'. Mantell werd toch aangespoord zijn onderzoek voort te zetten.

Een nieuw dier?

Op 11 juni 1823 schreef Charles Lyell aan Mantell dat hij naar Parijs zou gaan om zijn Frans bij te schaven. Mantell vroeg hem enkele fossielen, waaronder een tand, aan Georges Cuvier te tonen, want hij schatte diens scherpzinnigheid hoog in. Toen de grote anatoom de exemplaren op 28 juni te zien kreeg, was het hem onmiddellijk duidelijk dat de tand een snijtand van een neushoorn was en een van de voetbeenderen dat van een nijlpaard. Kort daarop liet Mantell minder versleten tanden aan Cuvier bezorgen.

Op 10 juni 1824 kreeg Mantell een brief van Cuvier, die hem oneindig veel plezier deed. 'Deze tanden zijn mij zeker onbekend, ze zijn niet van een vleeseter. Ik denk dat ze tot de orde van de reptielen behoren, want ze zijn niet heel complex. Hun randen zijn gekarteld en hun glazuurlaag is dun. Door hun uiterlijk lijken ze op

die van kogelvissen of van egelvissen, maar hun inwendige structuur is helemaal anders. Zou dit geen nieuw dier zijn, een plantenetend reptiel? De grootste zoogdieren van vandaag zijn planteneters. De reptielen van vroeger waren de enige landdieren. Waarom zouden zij zich niet met planten hebben gevoed? Een deel van de grote beenderen die u bezit, behoren tot dit dier, dat tot op heden het enige van deze aard is. De tijd zal dit idee bevestigen of ontkrachten. Het is onmogelijk dat we nooit een deel van een skelet vinden waar kaakbeenderen met tanden aan vastzitten. Het is dit laatste object dat we met de grootste volharding moeten zoeken.'

Gelijkenis met leguaan

Mantell voelde zich gesteund door dit bericht en probeerde te ontdekken van welk reptiel deze tanden zouden zijn. In 1824 reisde hij naar Londen en haalde hij in het gezelschap van conservator William Clift de collecties van het Hunterian Museum van het Royal College of Surgeons overhoop, om zoveel mogelijk tanden of kaken van recente reptielen bijeen te krijgen. Uiteindelijk wees de jonge assistent van Clift, Samuel Stutchbury, Mantell op het skelet van een leguaan uit Barbados, dat hij onlangs prepareerde.

Mantell was onder de indruk van de grote morfologische gelijkenis tussen de tanden van de leguaan en de veel grotere tanden uit Tilgate Forest. Op 19 november bracht Mantell bij de Geological Society, met de kostbare brief van Cuvier in de hand, verslag uit over de vorderingen in zijn onderzoek naar de 'iguanosaurus' (leguaansaurus) van Tilgate Forest. Een paar dagen daarna ontving hij een bemoedigende brief van Buckland en een van William Conybeare.

Buckland had niet het minste bezwaar tegen de naam iguanosaurus voor het nieuwe reptiel van Tilgate Forest en stelde zelfs voor om de beenderen die hij eerst aan megalosaurus toegeschreven had, bij het nieuwe genus te voegen. Conybeare vond daarentegen de naam 'iguano saurus' niet zo geschikt, want die zou ook voor

de moderne leguanen kunnen gelden. Hij opperde de namen 'iguanoides' (leguaanachtig) of 'iguanodon' (met leguanentanden). Mantell koos voor het tweede.

Mantell werkte zijn beroemde artikel '*Notice on the Iguanodon, a Newly Discovered Fossil Reptile, from the Sandstone of Tilgate forest, in Sussex*' af en stuurde het naar Davies Gilbert. Die las het op 10 februari 1825 voor aan de invloedrijkste wetenschappelijke vereniging van Engeland: de Royal Society of London. Door dit artikel werd Mantell, een eenvoudige plattelandsdokter en autodidactisch paleontoloog, verkozen tot lid.

Amalgaam van beenderen

Mantell had sinds 1824 heel wat fossielen verzameld uit de groeven van Tilgate Forest en publiceerde er nog een boek over. In dit boek bestempelde hij de raadselachtige conische hoorn die zijn vrouw had gevonden als de neushoorn van de iguanodon. Toegegeven, doordat er weinig skeletten of met elkaar verbonden skeletdelen waren, werden de beenderen vaak op een volstrekt willekeurige manier gedetermineerd of aan een groep grote gewervelde dieren toegeschreven.

Om het eenvoudiger te maken, beschreef Mantell in 1833 een nieuw type groot reptiel op basis van het deels samenhangende achterdeel van wat later een gepantserde dinosaurus zou blijken. Hij noemde het reptiel hylaeosaurus.

De vondsten van Tilgate waren een amalgaam van beenderen, die tot een heel assortiment gewervelde dieren behoorden. Mantell kon moeilijk uitmaken of het ging om krokodillen, schildpadden, plesiosauriërs (grote zeereptielen die al sinds de vroege jaren 1820 in Engeland bekend waren), iguanodon, hylaeosaurus of een type megalosauriër. Mantell vond het vreselijk dat hij geen 'bouwplan' had, want dan had hij de in bulk geleverde fossielen tot skeletten kunnen monteren. Hij was dus in de wolken toen in 1834 een onvolledig skelet van zijn eerste en belangrijkste ontdekking werd gevonden: iguanodon.

In februari 1834 vonden arbeiders na een buskruitexplosie in een groeve bij Maidstone in Kent fragmenten versteend hout. Ze verwittigden de eigenaar, William Bensted, die het blok steen naar boven bracht, er zelf de fossielen behoedzaam uit vrijmaakte en ze herkende als beenderen van een groot dier. Hij publiceerde zijn ontdekking in het *Journal of The Amici Society*, een plaatselijk literair en filosofisch tijdschrift. Het nieuws vond al vlug zijn weg naar de Londense kranten en een horde nieuwsgierigen kwam het specimen bekij-

'Zouden deze tanden niet van een nieuw dier zijn, een plantenetend reptiel?'

ken, maar niemand kon de beenderen thuisbrengen.

Op 4 juni 1834 kwam Mantell aan in Maidstone en hij herkende onmiddellijk de onderste ledematen van een iguanodon. In augustus kreeg Mantell met steun van enkele vrienden 25 pond bij elkaar, zodat hij het blok van Bensted kon kopen. Bensted schreef een gedicht over hoe hij het fossielhoudende blok ontdekte en aan Mantell verkocht. Met zin voor ironie gaf hij het exemplaar de bijnaam 'The Mantell-piece' (de schoorsteenmantel).

Hoorn op snuit

Voor zijn eerste welbekende reconstructie van een iguanodon in 1834 ging Mantell waarschijnlijk uit van het specimen van Maidstone. Die tekening werd nooit gepubliceerd, maar bleef bewaard in het archief van het Londense Natural History Museum. Ze stelde de iguanodon duidelijk voor als een viervoetige hagedis, die sterk op een leguaan lijkt, met een hoorn op zijn snuit. Ook de Engelse geoloog Henry De la Beche (1796-1855) deed inspiratie op bij het specimen van Maidstone voor een van zijn beroemde paleontologische spotprenten: *Dr. M. in extase wanneer zijn huissauriër aankomt*.

Toen de iguanodon van Maidstone ontdekt werd, was

Mantell verhuisd. Hij voelde zich benauwd in zijn geboortestadje Lewes en besloot in 1833 te verhuizen naar *The Steine*, een huis in een gegoede wijk van Brighton. Tot wanhoop van zijn vrouw veranderde de gezinswoning al vlug in een museum. Helaas viel het leven in Brighton minder goed mee dan verwacht. Mantell had weinig patiënten en nog minder mecenasen.

In 1838 kon hij zijn boek *Wonders of Geology* publiceren, maar zijn geldproblemen liepen zo hoog op dat hij zijn indrukwekkende collectie voor 4.000 pond aan het British Museum moest verkopen. Met dit geld kon hij een nieuw medisch kabinet inrichten in Clapham. Na de verhuizing verrichtte Mantell geen geologisch veldwerk meer. Hij werd steeds somberder. Uiteindelijk verliet Mary Ann hem in 1839 en nam de kinderen mee. Twee jaar later raakte Mantells ruggengraat bij een ongeval beschadigd, met ernstige gevolgen voor de rest van zijn leven.

Ondanks alles bleef Mantell publiceren tot het einde van zijn leven. Op woensdag 10 november 1852 leed hij zoveel rugpijn dat hij een overdosis laudanum nam en overleed. Op de deur van zijn huis in Lewis hangt een gedenkplaat. 'Hij ontdekte de fossiele beenderen van de prehistorische iguanodon in het Weald van Sussex'.

Dinosauria

Richard Owen was de 'uitvinder' van het woord dinosaurus. Het maakte van hem een chouchou van het grote publiek.

Tijdens de aftakeling van Gideon Mantell verrees een nieuwe ster in de Britse paleontologie: Richard Owen. Met zijn scherpe blik, zijn analytische geest en zijn ruime kennis van de anatomie van reptielen onderzocht hij de vondsten van Buckland en Mantell opnieuw. Hij maakte een synthese van hun ontdekkingen en bedacht het begrip 'dinosaurus'.

Owen was geboren in 1804 en ging aan de University of Edinburgh medicijnen studeren. Zijn mentor was John Abernethy en die zette hem ertoe aan de assistent te worden van William Clift in het Hunterian Museum van het Royal College of Surgeons. Owen liet de geneeskunde vallen en wijdde zich volledig aan het onderzoek. In 1836 werd hij hoogleeraar aan het Royal College of Surgeons. Op 29 oktober van dat jaar ontmoette hij samen met de beroemde geoloog Charles Lyell voor de

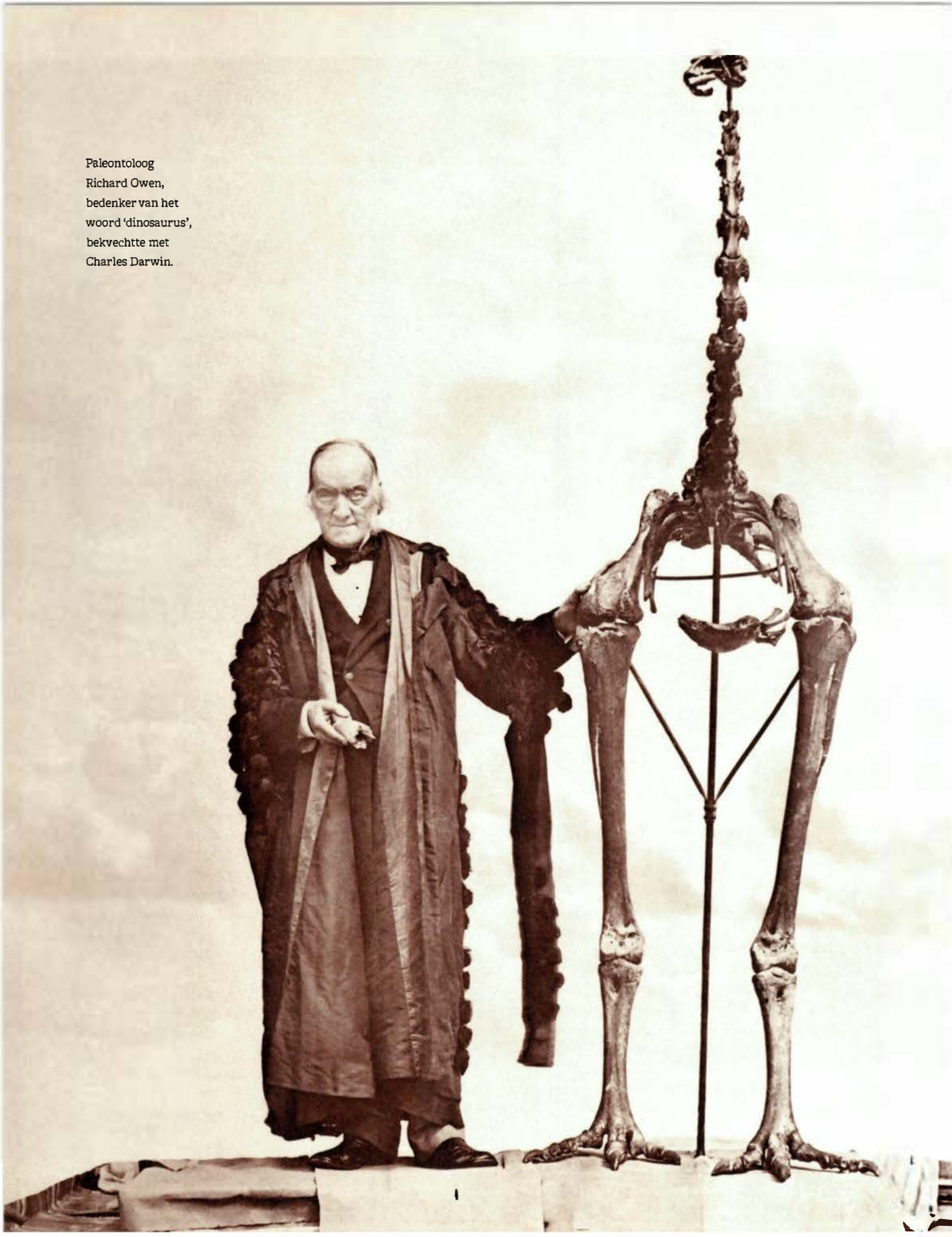
eerste keer Charles Darwin. Die was pas terug van zijn vijfjarige wereldreis aan boord van de Beagle. Owen zag het wel zitten om de fossielen van de grote zoogdieren te onderzoeken die Darwin uit Zuid-Amerika had meegebracht. Owens conclusies over de Zuid-Amerikaanse paleofauna waren in overeenstemming met Darwins transformistische theorie.

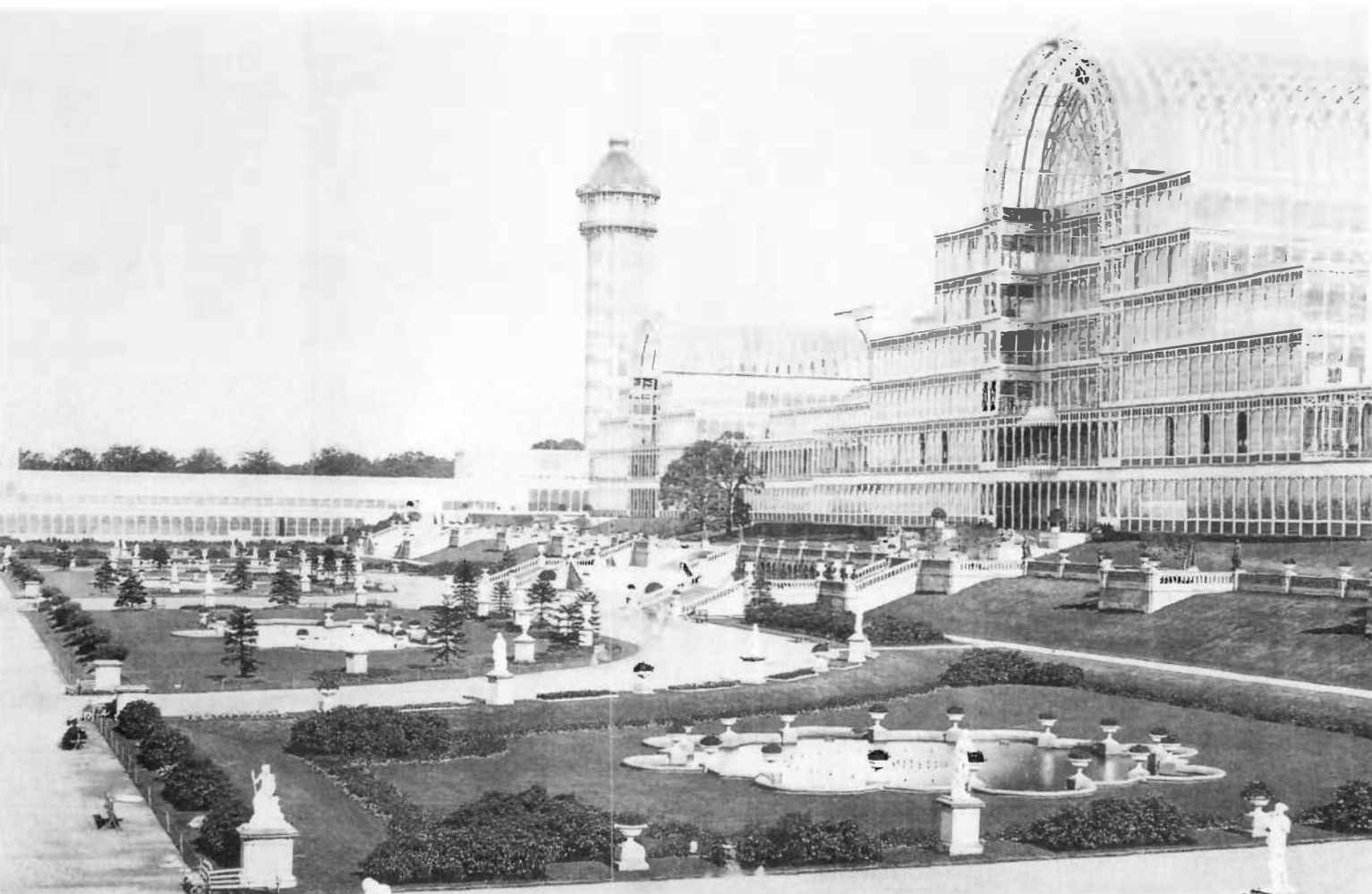
'De belangrijkste uitkomst van deze ontdekking is de bevestiging van de wet die stelt dat levende dieren nauw verwant zijn met uitgestorven soorten.'

Geen Darwin-adept

Owen was toen en ook daarna geen aanhanger van de transformistische ideeën van Darwin. Hij vond dat de vreemde schepsels die Darwin in Zuid-Amerika had verzameld, getuigden van uitstervingsgolven. Volgens Owen waren ze veroorzaakt door catastrofale veranderingen in het milieu, iets wat Cuvier en Buckland voordien al beweerden. Owen meende dat soorten niet konden veranderen. Toch was het duidelijk dat in de loop van de geo-

Paleontoloog
Richard Owen,
bedenker van het
woord 'dinosaurus',
bekvechte met
Charles Darwin.





Het Crystal
Palace in
Sydenham Hill in
1854.

logische tijd velerlei vormen elkaar opvolgden. Volgens Owen kwam dit omdat er herhaaldelijk scheppingen en uitstervingen waren geweest. Zijn leven lang volhardde Owen in zijn overtuigingen en veroorzaakte talrijke intellectuele, politieke en zelfs persoonlijke ruzies met Darwin en diens luidruchtige 'bulldog', de bioloog Thomas Henry Huxley.

De vruchtbare carrière van Owen duurde tot hij 85 jaar oud was. Hij publiceerde meer dan 600 wetenschappelijke artikels. Voor 1841 had hij al verschillende heel gedetailleerde catalogi opgesteld van de collectie van het Royal College of Surgeons. Hierbij werd hij zo'n grote deskundige in de vergelijkende anatomie, dat Buckland hem in 1842 als de 'Engelse Cuvier' betitelde.

Sterren in Engeland

Met zijn kennis van de anatomie van fossiele en levende reptielen zag Owen in dat de beenderen van de grote door Buckland en Mantell beschreven 'sauriërs' bij geen enkele grote groep van de huidige reptielen konden ondergebracht. De beenderen waren zeker niet van hagedissen, niet van krokodillen, niet van eender welke

andere levende reptielengroep. Ze moesten dus behoren tot een groep reptielen die al lang uitgestorven waren.

'Deze groep, die minstens drie vastgelegde genera van sauriërs omvat, is gekenmerkt door een groot heiligbeen dat bestaat uit vijf vreemd gebouwde verstijfde wervels, door de hoogte, de breedte en het uitwendige reliëf van de zenuwbogen van de rugwervels, door het tweeledige gewricht tussen ribben en wervels ... De botten van de ledematen zijn in verhouding groot. Ze bezitten grote mergholtes en goed ontwikkelde ongewone uitsteeksels en eindigen met middenhandsbeentjes, middenvoetsbeentjes en kootjes die, met uitzondering van de nagelkootjes, min of meer lijken op die van de zware dikhuidige zoogdieren. Samen met de lange holle beenderen toont dit aan dat deze soorten een leven op het land leidden.

De combinatie van dergelijke kenmerken – die van het heiligbeen komen bij andere reptielen niet voor en andere zien we bij groepen die nu van elkaar verschillen, maar allemaal zijn ze aanwezig bij schepsels met afmetingen die de grootste van alle bestaande reptielen overtreffen – zal vermoedelijk



De twee iguanodons in het park van Crystal Palace, beeldhouwd door Benjamin Hawkins. Hij was duidelijk geïnspireerd door Mantells idee van 'gigantische leguanen met een hoorn op de snuit'. Die hoorn zal later de duim blijken.

als een voldoende reden geacht worden om een afzonderlijke stam of onderorde van de saurische reptielen, waarvoor ik de naam dinosauria voorstel.'

In 1841 verrijkte Owen het wetenschappelijke taalgebruik met een nieuwe naam. Die naam vond al snel zijn weg in de spreektaal en ging een stralende toekomst tegemoet. De toenmalige Engelse pers bracht graag verslag uit van de twisten in het kleine wetenschappelijke wereldje, waardoor wetenschap een opvallende plek verwierf in de populaire cultuur. Met de 'uitvinding' van de dinosaurussen schiep Owen een nieuw icoon. Hij en zijn dinosaurussen werden echte sterren in Engeland.

Crystal Palace

Owen liet het grote publiek al vlug zien hoe hij de dinosaurussen zag; in 1854 werden deze reusachtige reptielen levensgroot voorgesteld in het beroemde Crystal Palace, in een buitenwijk van Londen. Dit kristallen paleis werd oorspronkelijk in 1851 opgetrokken in het Hyde Park om er de eerste wereldtentoonstelling te houden. Die duurde maar zes maanden en in 1852 werd het Crystal Palace gedemonteerd

en vergroot heropgebouwd in Zuid-Londen.

Beeldhouwer Benjamin Waterhouse Hawkins (1807-1894) kreeg de zware opdracht levensgrote reconstructies te maken van een hele rist uitgestorven dieren: dinosaurussen, ichtyosauriërs, plesiosauriërs, amfibieën, krokodillen en pterosauriërs. Gideon Mantell had eerst het aanbod gekregen om de wetenschappelijke leiding van het werk op zich te nemen, maar hij was niet zo ingenomen met het project om levensgrote reconstructies te tonen en deed al vlug niet meer mee. Owen nam over en drong zijn eigen visie over de dinosaurussen op.

Hawkins probeerde het wetenschappelijk aan te pakken. Eerst bestudeerde hij de fossielen in het Hunterian Museum, in het British Museum en op de Geological Society. Daarna maakte hij modellen op 1/6 of 1/12 die hij aan Owen toonde, die er dan kritiek op gaf. Toen die uiteindelijk tevreden was, boeteerde Hawkins de driedimensionale sculpturen in klei. Voor sommige beelden had hij wel 100 ton klei nodig. Owen wilde de dinosaurussen op vier poten voorstellen, wat het werk van Hawkins en zijn arbeiders vergemakkelijkte. De reconstructie van de iguanodon was bijzonder moeilijk en nam veel tijd in beslag.

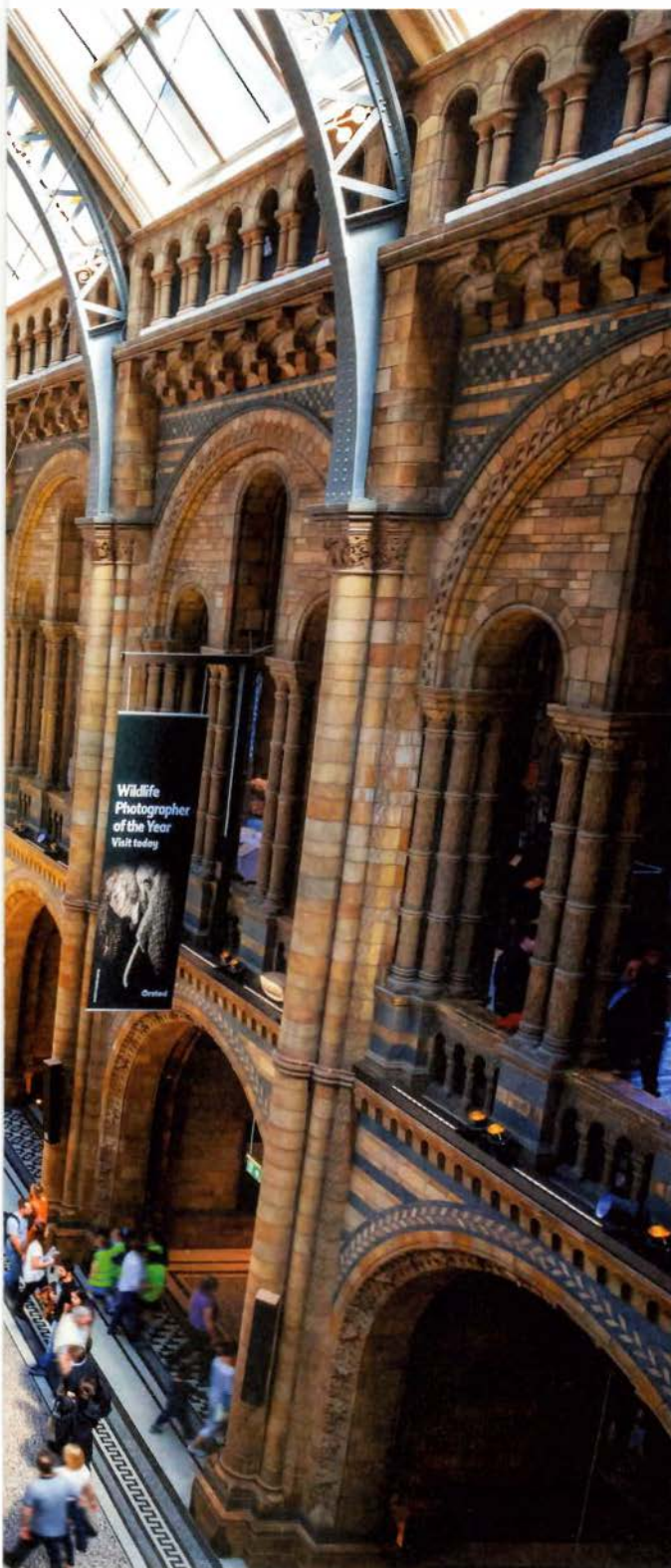
Op oudejaarsavond 1853 hield Hawkins een banket in het holle model van de iguanodon. Hij nam de rug weg, zodat de gasten rond een feestelijk gedekte tafel konden zitten. De 21 genodigden, wetenschappers en supporters, zaten samengepropt in de buik van de iguanodon. Aan het hoofd van de tafel zat Owen, die Hawkins prees, en benadrukte dat het heel belangrijk was het leven uit het verleden te onderzoeken.

Op 10 juni 1854 wijdde koningin Victoria het park van Crystal Palace in. Er waren meer dan 40.000 aanwezigen en een van de belangrijkste attracties waren de dinosaurussen van Hawkins. Ze stonden harmonieus verspreid op kunstmatige eilanden in de tuinen.

British Museum

Owens bijdrage aan Crystal Palace was zeker een persoonlijk hoogtepunt. Maar in 1856 nam zijn carrière weer een hoge vlucht: hij werd aangesteld als hoofdintendant van de natuurhistorische collecties in het British Museum. Meteen begon hij campagne te voeren voor een nieuw museum voor deze collecties. En zo geschiedde: in 1873 werd in South Kensington begonnen aan een gloednieuw gebouw. Het British Museum (Natural History) opende zijn deuren in 1881, met aan het hoofd Richard Owen op het toppunt van zijn roem. Slechts enkele van Owens talrijke publicaties gingen





Het British Museum (Natural History) kwam er op aandringen van Richard Owen. Vandaag is dit walvisskelet de grote ster.

over dinosaurussen, maar ze waren wel uiterst belangrijk en baanbrekend voor die tijd. Hij beschreef verschillende genera dinosaurussen. Tot halfweg de jaren 1870 bleef Owen publiceren over nieuwe fossielen van zijn lievelingsdinosaurius, de iguanodon. Zijn door de Palaeontographical Society uitgegeven en prachtig geïllustreerde monografieën waren meesterwerken in de paleontologie.

Vanaf de jaren 1870 liet Owen de actieve studie van de dinosaurussen langzaam los. Dit maakte de weg vrij voor een nieuwe generatie Britse paleontologen die geleidelijk het exclusieve terrein van de grote geleerde in bezit namen en nieuwe ideeën konden uitwerken. Maar Engeland was toen niet meer het epicentrum van het dinosaurisonderzoek.

Bone Wars

Ook aan de andere kant van de Atlantische Oceaan zaten paleontologen niet stil. Ze verzeilden zelfs in een wetenschappelijke ratrace en aarzelden niet elkaar te dwarsbomen.

In de jaren 1850 en 1860 werden de stapels fossielen in de Amerikaanse collecties steeds groter. Op basis van fragmentaire fossielen werden nieuwe geslachten beschreven. Dit was veelal het werk van Joseph Leidy (1823-1891), een geneesheer en anatoom uit Philadelphia. Hij werd omschreven als 'de Amerikaanse Richard Owen', die zelf de 'Engelse Cuvier' werd genoemd. In tegenstelling tot de arrogante, jaloerse en vaak machiavellistische Owen, stond Leidy bekend als een rustig, waardig en nederig man. Bovendien was hij een trouwe verdediger van Darwins theorieën.

In 1858 bracht William Parker Foulke (1816-1865), ook uit Philadelphia, zijn vakantie door in Haddonfield in New Jersey. Hij hoorde dat een buurman twintig jaar voordien grote fossiele wervels gevonden had toen hij op zijn boerderij klei aan het uitgraven was. Foulke bracht Leidy op de hoogte en die bezocht onmiddellijk de vindplaats. Het team groef voort, maar dat bracht geen noemenswaardige resultaten op.

Grote grazer op twee poten

In december 1858 presenteerden Foulke en Leidy hun ontdekking op een bijeenkomst van de Academy of Natural Sciences van Philadelphia. Leidy vertelde over de gevonden tanden en beenderen en schreef ze toe aan een 'reusachtige plantenetende sauriër'. Hij doopte

De teams van Cope en Marsh dynamiteerden elkaars vindplaatsen en stalen elkaars fossielen

hem *Hadrosaurus foulkii* (Foulkes forse hagedis) en beschouwde hem als een dichte verwant van *Iguanodon*.

Het was de eerste keer dat er in de Verenigde Staten veel beenderen van eenzelfde dinosaurus gevonden waren: negen tanden, een stuk onderkaak, een reeks van 28 wervels, lange beenderen van poten en een bekkengordel, de heup. Terwijl Owen overtuigd was dat de *Iguanodon* een zwaar viervoetig dier was, dacht Leidy dat de *Hadrosaurus* op twee poten liep.

‘De grote wanverhouding in de grootte van de voorste en achterste delen van het skelet van de *Hadrosaurus* laat mij vermoeden dat deze grote plantenetende hagedis wellicht een grazer was die zich zoals een kangoeroe op zijn achterpoten en staart staande hield ... De *Hadrosaurus* was heel waarschijnlijk amfibisch. Hoewel zijn resten in mariene afzettingen gevonden zijn, zijn ze zo zeldzaam dat we vermoeden dat de fossielen die we bezitten zijn meegevoerd door een rivier, aan wier oevers deze dieren leefden.’

Kangoeroehouding

Net als in Engeland stond achter Leidy een opkomende generatie jonge paleontologen te trappelen van ongeduld. Een van deze jonge snaken was de beroemde Edward Drinker Cope (1840-1897). Deze jongeman uit Fairfield bij Philadelphia was werkelijk briljant en vroegrijp. Hij publiceerde zijn eerste wetenschappelijke artikel over salamanders toen hij pas achttien jaar was. Tijdens zijn carrière schreef hij bijna 14.000 artikelen, monografieën en boeken over ontzettend veel groepen van zowel recente als fossiele ongewervelde en gewervelde dieren.

In 1860-1861 volgde hij een korte opleiding aan de Academy of Natural Sciences van Philadelphia, waar hij onder andere bij Leidy vergelijkende anatomie

studeerde. Van 1863 tot 1864, tijdens de Amerikaanse burgeroorlog, reisde Cope naar Europa. Daar ontmoette hij enkele van de grootste deskundigen in de vergelijkende anatomie en herpetologie, de studie van amfibieën en reptielen. Terug in Amerika kreeg hij de leerstoel voor natuurlijke historie aan het Haverford College, een gerenommeerde quakerinstelling, ook al had hij geen enkel officieel diploma behaald.

In 1866 beschreef hij zijn eerste dinosaurus, die hij *Laelaps aquilunguis* noemde, naar de hond uit de Griekse mythologie die zijn prooi nooit miste. Het skelet van deze grote vleesetende dinosaurus werd gevonden in een marmergroeve in het zuiden van New Jersey en dateert van het bovenkrijt. In hetzelfde artikel opperde Cope dat de *Laelaps* en *Iguanodon* de ‘kangoeroehouding’ aannamen die Leidy ook aan de *Hadrosaurus* toeschreef.

Aartsvijanden

Othniel Charles Marsh (1831-1899) was Copes aartsvijand. Hij werd geboren in de staat New York. Toen de kleine Othniel drie jaar oud was, stierf zijn moeder, de zuster van de rijke geldschietster en filantroop George Peabody. Op 21-jarige leeftijd erfde Marsh de bruidsschat die Peabody aan zijn zus had geschonken. Hiermee kon hij naar de Phillips Academy, een gereputeerde middelbare school in Andover in Massachusetts en daarna naar Yale, waar hij zes jaar doorbracht. Van 1862 tot 1865 vertrok Marsh, net als Cope, naar Europa om er zijn opleiding te vervolmaken.

Peabody was vrijgezel, had geen rechtstreekse erfgenamen en overwoog zijn fortuin te besteden aan allerlei goede doelen. Marsh kon hem gemakkelijk overhalen 15.000 dollar aan Yale na te laten, die er een natuurhistorisch museum mee zou oprichten. Dat presentje zorgde ervoor dat Marsh in 1866 op Yale werd aangesteld als hoogleraar paleontologie, de eerste in de Verenigde Staten. Een jaar later werd hij ook de eerste conservator van het Peabody Museum of Natural History op de Yale-universiteit.

Begin jaren 1870 besloten Cope en Marsh onafhankelijk van elkaar op zoek te gaan naar fossielen in het westen van de Verenigde Staten. Beide mannen joegen op dezelfde terreinen en beschreven vaak dezelfde dieren onder verschillende namen, waarbij ze in het geheel geen rekening hielden met elkaars ontdekkingen.

De twee concurrerende teams bespieden elkaar, dynamiteerden bij gelegenheid elkaars vindplaatsen en stalen fossielen bij de ander. Ze maakten in hun strijd waanzinnig veel fouten: nieuwe soorten op ba-

Gefossiliseerde sporen van een iguanodon uit het krijt. Gevonden in het Duitse Oberkirchen.



sis van beenderen van verschillende dieren of, juist omgekeerd, verschillende namen voor één dier.

Como Bluff

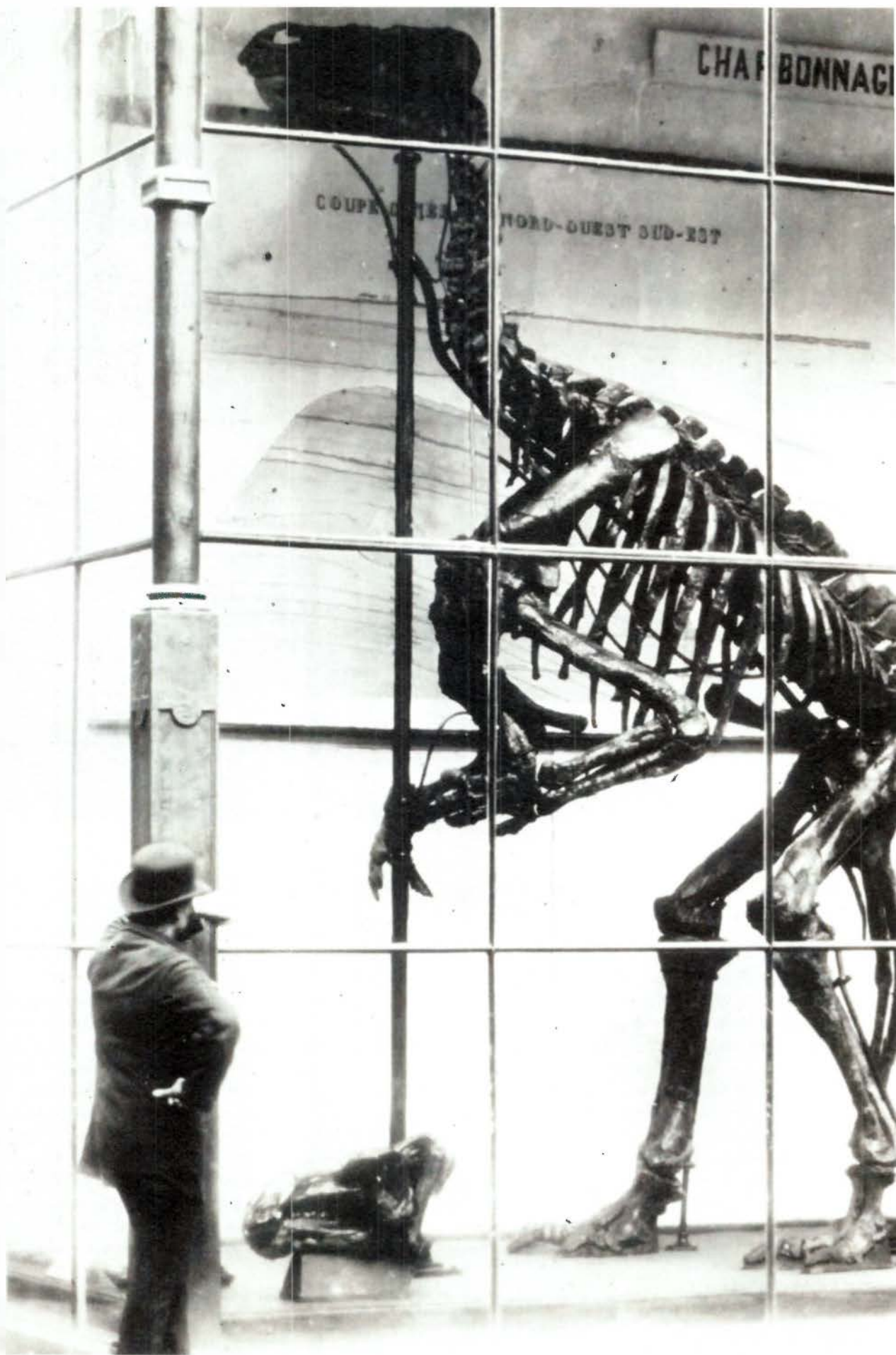
Hun geruzie leidde al vlug tot een onbeschrijflijke janboel in de taxonomie van de fossiele reptielen en zoogdieren. Vanaf 1873 zag Marsh in dat het gemakkelijker en uiteindelijk goedkoper was in het westen plaatselijke opgraafploegen in te schakelen, die de fossielen in kisten opstuurden.

1877 was een prachtjaar voor Cope en Marsh. Hun afzonderlijke teams legden een ongelooflijk aantal fossielen van gigantische sauriërs vrij in de lagen van het bovenjura in Colorado. Hoewel ze toen nog heel fragmentair waren, kregen ze later, onder de naam die Marsh ze in november 1877 gaf, een glansrol in de paleontologie: *Stegosaurus armatus*, *Apatosaurus ajax*, *Apatosaurus grandis* (die later

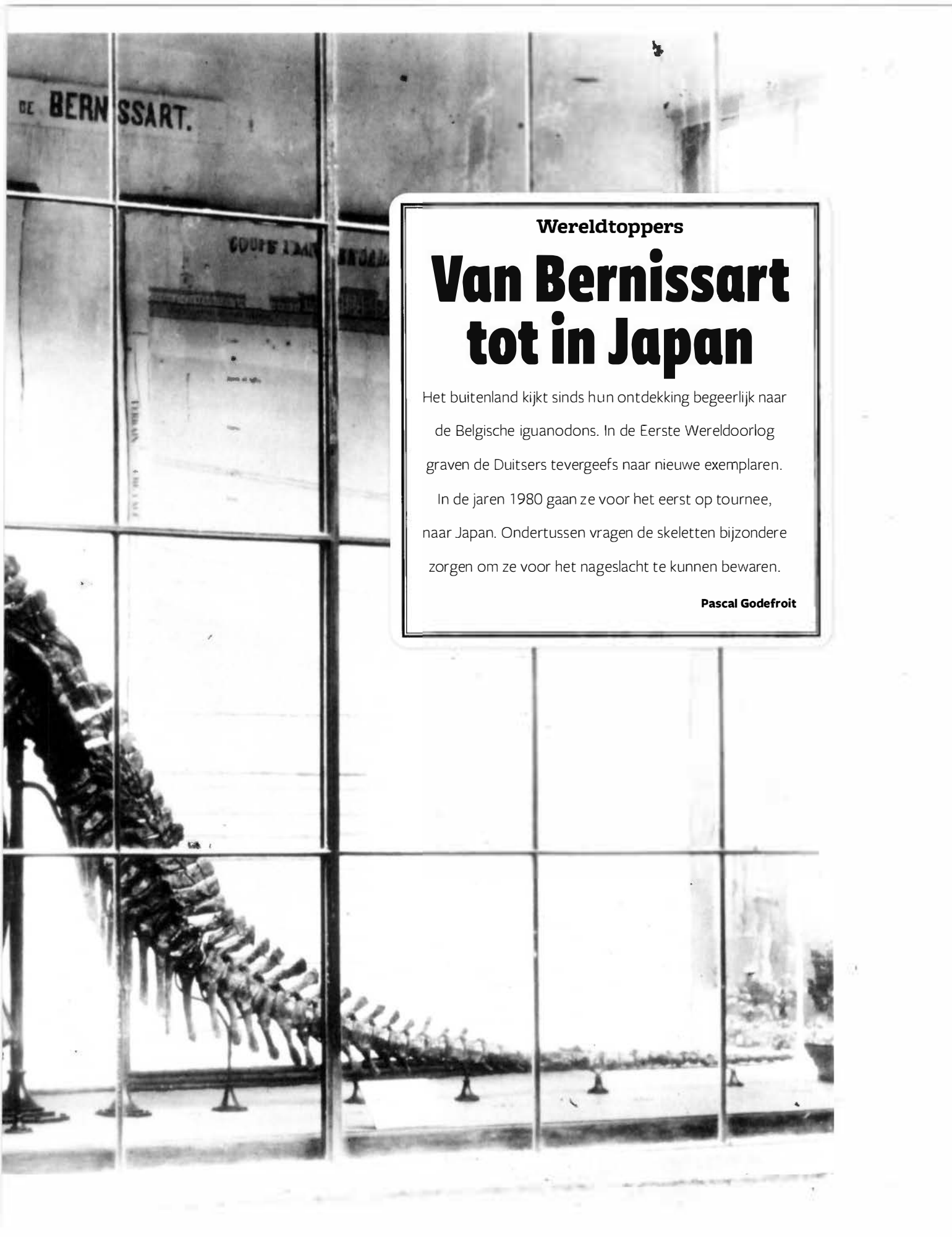
Camarosaurus grandis werd), *Allosaurus fragilis* en verschillende soorten van *Nanosaurus*, een kleine dinosaurus.

In juli 1877 werd de beroemde vindplaats van Como Bluff in Wyoming ontdekt, waar de teams van Cope en Marsh weer eens met elkaar in aanvaring kwamen. En in april 1878 berichtte een lokale krant, de *Laramie Daily Sentinel*, over deze wonderbaarlijke plek. In de daaropvolgende decennia kwamen talrijke skeletten aan het licht van alom bekende dinosaurussen uit het bovenjura. Denk maar aan de stegosaurus met zijn beenplaten, de camptosaurus, een verre neef van de iguanodon, enkele reusachtige sauropoden en verschrikkelijke vleeseters.

De opgravingen in Como Bluff en Bernissart leverden voor het eerst uitzonderlijk veel volledige en samenhangende skeletten van grote dinosaurussen op. Daarmee stonden de beesten klaar als supersterren van de paleontologie, aan beide kanten van de oceaan. ■



1883. De eerste volledig geprepareerde iguanodon siert het binnenplein van het Natuurhistorisch Museum in Brussel.



DE BERNISSART.

Wereldtoppers

Van Bernissart tot in Japan

Het buitenland kijkt sinds hun ontdekking begeerlijk naar de Belgische iguanodons. In de Eerste Wereldoorlog graven de Duitsers tevergeefs naar nieuwe exemplaren.

In de jaren 1980 gaan ze voor het eerst op tournee, naar Japan. Ondertussen vragen de skeletten bijzondere zorgen om ze voor het nageslacht te kunnen bewaren.

Pascal Godefroit

Op 10 mei 1878 strijkt een opgravingsteam neer in Bernissart. Hoofdpreparateur Louis De Pauw heeft twee personeelsleden van het Koninklijk Natuurhistorisch Museum gerekruteerd: Gustave Sonnet, surveillant van de galerijen, en Auguste Vandepoel, afgietselmaker. De Mijnen van Bernissart stellen een team van ervaren mijnwerkers ter beschikking: de opzichters Ballez, Motuelle en Pierrard, en zes kompels, waaronder Jules Créteur en Alphonse Blanchard, die enkele maanden daarvoor als eersten de 'cran' hadden bereikt. Dat is de grondverzakking waarin de skeletten bewaard bleven.

Het team vindt snel een routine. Elke ochtend rond 5.30 uur afdalen in de mijn en zeven uur later weer naar boven. De namiddag is rustiger. Het team verzamelt rond 15.00 uur op de terril om de blokken klei te onderzoeken die ze uit de galerij op 322 meter diepte hebben omhooggehaald. Het gros van de 'kleine' fossielen - vissen, planten, insecten, schildpadden en kleine amfibieën - vindt het tijdens die dagelijkse inspecties op de terril. De werkomstandigheden in de galerij zijn erg penibel en door de zwakke verlichting kun je de kleine fossielen niet goed zien in hun omhulsel van klei.

Elke zaterdag gaat De Pauw in Brussel verslag uitbrengen aan museumdirecteur Edouard Dupont. In juni komt hij persoonlijk naar het werkterrein en bezoekt zelfs de galerijen.

De volledige skeletten van de iguanodons vrijmaken is een bijzonder delicate operatie. Verschillende exemplaren zijn bijna verticaal georiënteerd. Pyrietbloei en breuken maken de fossielen erg fragiel. Het team werkt ook in smalle galerijen. Al dat moois naar de oppervlakte brengen, is een huzarenwerk. Maar De Pauw is ingenieur en verricht met zijn efficiënte team mirakels. Zodra het een fossiel vindt, maakt het het zichtbare deel vrij, bedekt het met dubbelzijdig en vochtig papier, of soms met zilverpapier. Daarna gaat er een laag van 5 tot 10 centimeter gips

over. Daarna maken de mannen de onderkant los en overgieten ze die ook met gips. Ze brengen ijzeren banden aan rond het blok en brengen een tweede laag gips aan. Dat vrijgemaakte blok krijgt een letter mee en is klaar om naar Brussel te vervoeren.

Vandaag gebruiken paleontologen nog altijd soortgelijke technieken. De basismaterialen zijn eenvoudig en goedkoop, je vindt ze zelfs in de meest afgelegen gebieden.

Aardbeving

Op 26 augustus 1878 kan je de aardbeving van Tollhausen in Duitsland voelen tot in Bernissart en ze veroorzaakt schade in de Sint-Barbaraput. Steunbalken begeven het en het dak van de galerij die naar de cran leidt, komt naar beneden. De Pauw en zijn kompanen zitten twee uur vast aan het einde van de galerij, maar ze komen er met de schrik vanaf.

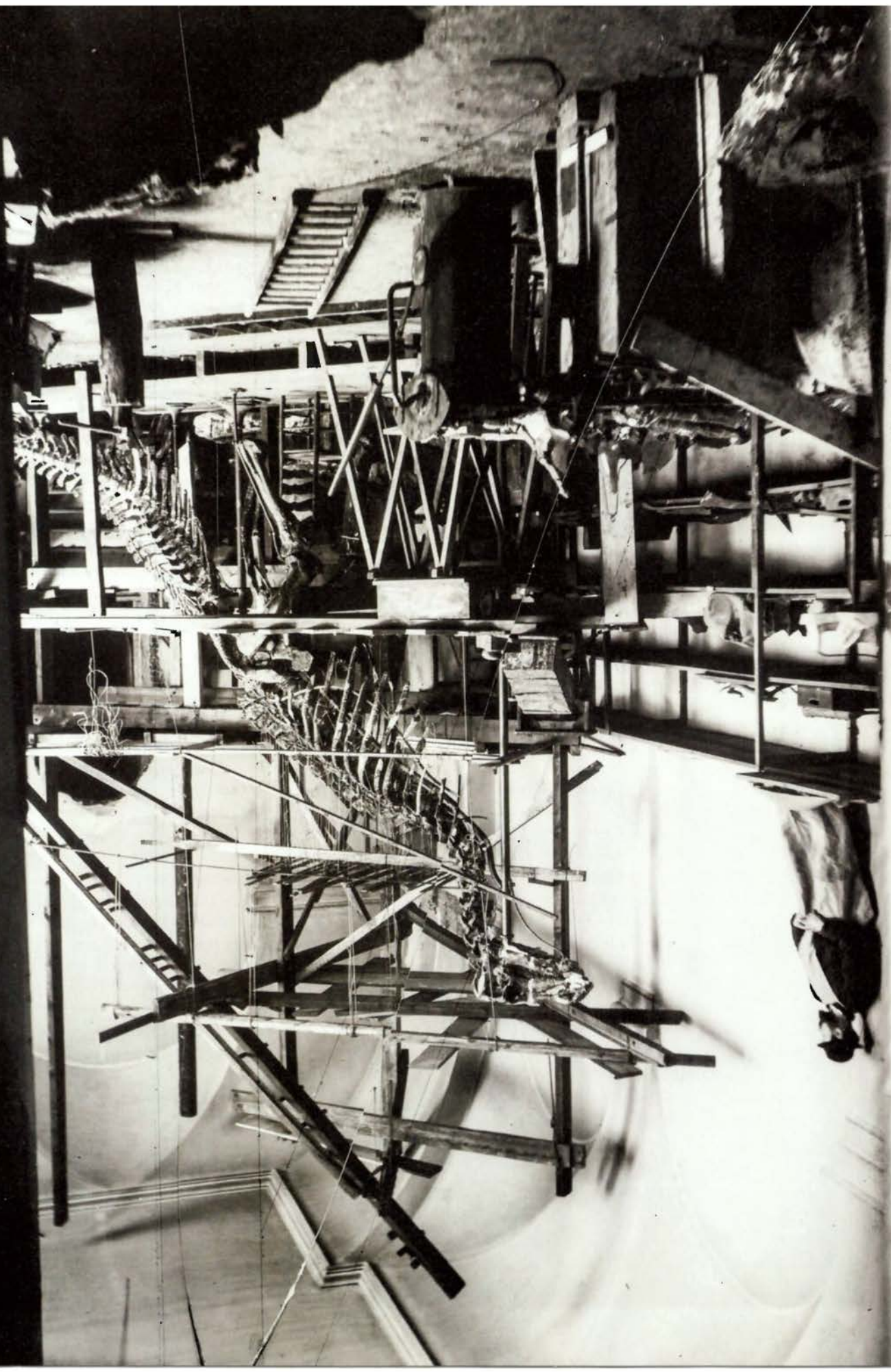
De houten structuur in de Sint-Barbaraput is beschadigd en het water vult al de snel de galerijen, ondanks de waterpomp. De put is op 22 oktober helemaal ondergelopen en het team van De Pauw moet snel naar boven. Ze laten hun gereedschap achter en de blokken met fossielen die ze voorbij de dagen hebben uitgegraven en ingegipst. De directie van de mijn meldt dat de opgravingen enkele maanden onderbroken moeten worden, tot de houten steunbalken helemaal gerepareerd zijn. Op dat moment heeft het opgravingsteam vijf skeletten van iguanodons gevonden, en het skelet van individu 'A' bracht het helemaal naar boven. In oktober beslist een nieuwe, meer ervaren ingenieur de oude houtstructuur te vervangen door een splinternieuwe die waterdicht is.

De Pauw en zijn team keren terug naar Brussel, waar ze zich toeleggen op het prepareren en restaureren van de eerste fossielen uit de Sint-Barbaraput. Onder meer het eerste iguanodonskelet 'A', dat deels verloren ging bij het graven van de galerij. Alleen de staart, een deel van het bekken, een achterpoot blijven over, en ook het stuk dijbeen dat De Pauw meenam toen hij voor het eerst afdaalde in de mijn op 13 april. Ze bekijken ook fossielen van andere individuen, onder meer een schedel, een voorpoot en enkele fossielen die ze links en rechts in de galerij vonden.

In mei 1879 keren De Pauw en zijn team terug naar Bernissart, iets meer dan een jaar na de ontdekking van de fossielhoudende laag en zes maanden na de onderbreking van de werkzaamheden. Jules Créteur verkent de galerij en stelt vast dat ze deels is over-

In drie jaar vertrekken
600 blokken met fossielen,
goed voor 130 ton, naar Brussel

Het museum
wil de best
bewaarde
skeletten
opzetten in een
'levensechte'
houding.
Het baseert
zich hiervoor
onder meer op
kangoeroes.



BIG IN JAPAN

Sinds hun ontdekking willen tal van musea de iguanodons lenen. Lange tijd durfde niemand het risico te nemen ze te demonteren en ook de verzekeringsbedragen voor het transport waren astronomisch. In 1985 gebeurt het dan toch: twee specimens reizen naar Japan, om tentoongesteld te worden in het Nationaal Museum voor Wetenschap in Tokio, en daarna een maand in het wetenschapsmuseum van Nagoya. Die twee exemplaren reizen in 1988 opnieuw naar Japan, Osaka deze keer, waar ze deel uitmaken van een tentoonstelling in het Takarazukapark. In 1998 wordt een skelet tentoongesteld in het Museum voor Schone Kunsten in Valenciennes, en dat specimen gaat in 2002 naar zijn oorspronkelijke geboortegrond terug: Bernissart. Daar, in het Musée de l'Iguanodon, staat het exemplaar nog altijd. De recentste verplaatsing dateert van 2004 tot 2006: tijdens de renovatie van de Dinogalerij van het Museum voor Natuurwetenschappen gingen zes exemplaren naar het gloednieuwe Museo de la Ciencia in Barcelona.

spoeld met klei uit de laag met iguanodons. Terwijl de mijnwerkers de galerijen vrijmaken, snijden De Pauw en zijn team dagenlang door de fossielhoudende kleiblokken op de terril. Sohier heeft zelfs een houten barak gebouwd waar ze dagelijks kleiblokken uit de laag met de iguanodons onderbrengen.

De skeletten zitten vooral samengepakt aan de uiterste westelijke kant van de cran. Het team haalt in de eerste 20 meter veertien bijna complete skeletten van iguanodons naar boven, en de gedeeltelijke

De Duitsers willen tijdens
de Eerste Wereldoorlog extra
iguanodons opgraven.

De Belgen vertragen de boel



skeletten van minstens vier andere individuen, twee Bernissartensia-skeletten (een kleine krokodil), een skelet van de goniopholis (een grotere krokodil), twee schildpadden, en ontelbaar veel vissen en planten. We hebben weinig geschreven bronnen over de opgravingen in Bernissart tussen 1879 en 1881, maar Gustave Sonnet maakte een reeks schetsen en gedetailleerde plannen van elk iguanodonskelet, en een plattegrond van die eerste reeks fossielen met de ligging van de skeletten. Volgens metingen uit die tijd komt ongeveer 350 kubieke meter klei uit die eerste fossielhoudende laag.

De verkenningsgalerij doorheen de cran wordt daarna uitgebreid in oostzuidoostelijke richting en leidt naar een gebied met kleilagen die bijna horizontaal zijn, maar die praktisch geen fossielen bevatten. Op 22 oktober 1879 ontdekt het team een nieuw goniopholis-skelet op 38,4 meter van de ingang van de cran. En tussen 38 en 60 meter nog acht andere, goed bewaarde skeletten van iguanodons. Daarna bereiken ze de oostelijke grens van de cran.

In 1881 graven ze een nieuwe horizontale galerij op 356 meter diepte. De mijnwerkers stoten er ook op fossielhoudende klei, maar de diameter van de cran is maar acht meter. Toch halen ze er nog drie iguanodonskeletten uit. Drie meter onder deze laag is er geen klei meer te bespeu-

ren, dus de bodem van de cran is bereikt.

De opgravingen in Bernissart kosten de Belgische staat ongeveer 70.000 frank, een enorm bedrag in die tijd, en de regering heeft al twee bijzondere subsidies toegekend. In 1881 vindt ze het welletjes. De operatie moet stoppen. Parlementsleden suggereren dat we enkele skeletten kunnen verkopen in het buitenland om verdere opgravingen te financieren, maar dat voorstel stuit al vlug op weerstand bij de bevolking.

In drie jaar van opgravingen in Bernissart zijn ongeveer 600 blokken met fossielen, goed voor 130 ton, met karren van 3 ton naar het Koninklijk Natuurhistorisch Museum in Brussel gebracht.

Oorlogsbuit

Eind 1914 hebben de Duitse troepen bijna heel België bezet. In de lente van 1915 wordt Otto Jaekel, hoogleraar geologie en paleontologie aan de Universiteit van Grefwald, naar een reserveregiment in Brugge gestuurd. Hij beeldt het zich al in: de iguanodons van Bernissart in grote Duitse musea, zoals het Museum für Naturkunde in Berlijn ... Vanaf 27 april 1915 schrijft hij de ultrarijke Duitse industrieel Gustave Krupp von Bohlen und Halbach om financiële steun te krijgen. In de daaropvolgende maanden rijgt Jaekels project de steun van het Keizerlijk Duits Algemeen Gouvernement België. Dat is de Duitse militaire regering in bezet België. De keizer stelt een rond getal voor uit zijn persoonlijke portefeuille.

In juli bezoekt Jaekel met Duitse vertegenwoordigers de mijnen van Bernissart. In september stelt Albert Boehm, een ambtenaar van het departement Handel en Industrie van de Duitse regering, voor een galerij te graven op 340 meter diepte, tussen de twee bestaande verkenningsgalerijen in.

De mijndirectie en het Natuurhistorisch Museum van België proberen het project tegen te houden en vergen systematisch de Duitse plannen van tafel, tot januari 1916. De autoriteiten van de Duitse bezetter in Brussel weigeren de Belgische tegenstand met geweld te onderdrukken, zoals Jaekel had voorgesteld: want ze jagen de Belgische mijnbedrijven liever niet tegen zich in het harnas. Zij leveren de steenkool aan de Duitse troepen. Na tal van discussies sluiten de autoriteiten van de Duitse bezetter en het Belgische ministerie voor Wetenschap een akkoord. Op 10 mei 1916 stemmen de Mijnen van Bernissart toe de opgravingen te hervat-

PYRIET: EEN SLUIPMOORDENAAR

De skeletten van de iguanodons zitten 125 miljoen jaar in hun beschermend omhulsel van klei. Tijdens het fossilisatieproces zet zich veel pyriet (FeS_2) af in de vele kleine holtes en breukjes in het bot. Doordat pyriet deels het botweefsel vervangt, wordt het fossiel broos en dat is nog meer het geval als het pyriet begint te oxideren. Bij contact met lucht wordt het goudkleurige mineraal omgezet in calciumsulfaten (gips en anhydriet) en ijzersulfaten (szomolnokiet en rozeniet). Dat doet het mineraal uitzetten en het fossiel dat errond zit uiteenbarsten. Louis De Pauw en zijn team van het Museum moeten dus inventief zijn om de iguanodonskeletten, die aan lucht worden blootgesteld, goed te bewaren.

Vanaf oktober 1878 begint De Pauws team de fossielen te prepareren in de ateliers van de het Natuurhistorisch Museum, toen nog in de Nassaukapel van de Koninklijke Bibliotheek in Brussel. Zodra ze de blokken met fossielen hebben geopend, verwijderen ze het gips, de ijzeren banden, en een deel van de klei die errond zit. Als er een stuk fossiel is vrijgemaakt, wordt het ingestreken met sterke lijm, om te vermijden dat het uiteen zou vallen. Een half afgewerkt blok vormt een klein muurtje van gips rond het fossiel. Daar wordt een mengsel van kokende sterke lijm ingegoten dat het fossiel volledig doordrenkt. De gelatine lijkt wel een recept van een alchimist. De Pauw geeft ons de details.

‘Dit bad van gelatine is samengesteld uit gelijke delen sterke lijm, ‘demi-rognure du pays’ en beenderlijm van Lyon. 24 uur voor we ze gebruiken, dompelen we die lijm in water dat verzadigd is met arseenoxide, en dat warmen we au bain-marie. De lijm wordt dan in de halfopen blokken gegoten met emmers van 10 liter, na toevoeging van 15 gram kruidnagelolie en een kwartemmer alcohol ...’ Een uur later verwijderen ze de gelatine die niet in de fossielen is doorgedrongen en gaat het blok de oven in om de overtollige lijm weg te halen. Dan keert het blok terug naar de preparatietafel om de andere kant vrij te maken van gips en klei en de fossielen voort te verlijmen. Het pyriet in de holten van de fossielen wordt systematisch verwijderd en vervangen door carton-pierre, een mengsel van krijt en lijm. Sommige wervels bevatten meer dan 1 kilogram pyriet.

Louis De Pauw heeft klaargespeeld wat onmogelijk werd geacht: de fossielen van Bernissart klaarmaken en beschermen. Zijn methode is nattevingerwerk en de uitvoering behoorlijk moeilijk, maar, na behandeling zijn de fossielen van de iguanodons robuust genoeg om de volgende stap aan te kunnen: de montage van de skeletten in levensechte houding.



ten, voorlopig op hun kosten en onder leiding van Otto Jaekel. Elk nieuw specimen van een iguanodon kan naar een Duits museum gestuurd worden, die er dan voor moet betalen, en op die manier de opgravingen financiert. Dat 'Belgisch' compromis staat niet iedereen aan. Een hoge functionaris van het Beierse ministerie van Cultuur spoort de Duitse autoriteiten in Brussel aan dat de mijnen van Bernissart onder Duitse controle gebracht worden en als pasmunt dienen voor onderhandelingen aan het einde van de oorlog. Dat voorstel vegen de Duitse autoriteiten snel van tafel.

Het graven van de nieuwe verkenningsgalerij begint in juli 1916. Talloze technische problemen en slechte wil bij de mijnwerkers vertragen de werkzaamheden. Vanaf 1917 liggen de mijnen van de Borinage praktisch

stil omdat in het arrondissement Bergen massaal arbeiders worden gerekruteerd voor Duitse dwangarbeid. Op 11 oktober 1918 stoppen de werkzaamheden in de Sint-Barbaraput definitief, de Duitse troepen trekken zich terug. Hun graafwerken stranden op 30 meter van de cran. De waterafvoer stopt en het water stijgt al snel in de galerijen. Het Duitse project kost de Mijnen van Bernissart 36.604 frank.

Einde van een mooi avontuur

Na de wapenstilstand likt België zijn wonden. De Mijnen van Bernissart worden klaargemaakt en gaan weer open. Albert Anciaux, de algemeen directeur van het mijnbedrijf, beslist zelfs de werkzaam-



GLAZEN KOOIEN

Het Koninklijk Museum voor Natuurwetenschappen in Brussel wil de best bewaarde skeletten na de opgraving tentoonstellen in 'levensechte' houding. Maar hoe doe je dat als je hun postuur niet kent? De preparateurs nemen modellen van een kangoeroe en van een helmkasuaris als voorbeeld.

Louis De Pauw laat een stelling van meerdere verdiepingen bouwen en laat de fossielen aan touwen hangen, op de juiste hoogte. Ze worden daarna aan een stevige maar discrete metalen armatuur vastgemaakt. Die is bovendien demonteerbaar en dat is in de loop van de voorbije 140 jaar enorm handig gebleken. Vandaag rusten de iguanodons nog op deze ingenieuze armaturen, zelfs al weten we dat de houding op twee poten niet correct is. De dieren renden wellicht op vier poten en wandelden op twee, maar met hun wervelkolom horizontaal. Nieuwe armaturen maken zou onbetaalbaar zijn en het werk zou de kostbare fossielen kunnen beschadigen. In 1883 is het eerste exemplaar in elkaar gepuzzeld. Er wordt een grote glazen kooi voor gebouwd op de binnenkoer van het Koninklijk Natuurhistorisch Museum, op

het Museumplein. Zo kan het publiek deze gigant komen bewonderen. Maar de maand juli is bijzonder warm en de gelatine in de fossielen begint te smelten: er moeten drastische maatregelen worden genomen om de kooi te isoleren. Kort daarop komt er een tweede compleet skelet bij en ook een schedel en de skeletten van kleine krokodillen en schildpadden.

Nieuwe museumvleugel

De iguanodonskeletten staan in een vitrine buiten - verre van ideaal. Het museum zoekt dringend een nieuw onderkomen. Het wordt een kloostergebouw bovenin het Leopoldpark, dat eigenlijk bedoeld was voor de redemptoristen. Het nieuwe Koninklijk Natuurhistorisch Museum opent zijn deuren op 22 juli 1891. In 1899 worden vijf iguanodons tentoongesteld onder glas, dichtbij de ingang aan de Vautierstraat. Intussen is de museumcollectie merkkelijk groter en in 1902 wordt een nieuwe vleugel aan het kloostergebouw gehecht. Daar krijgt het publiek de fauna van België te zien, zowel die van vroeger als van vandaag. Twaalf min of meer complete iguanodonskeletten plus nog acht gedeeltelijk be-

waarde exemplaren worden gepresenteerd zoals ze gevonden werden, elf andere staan gemonteerd in levensechte houding. In die tijd werd niet geïnvesteerd in glazen kooien om de kostbare fossielen te beschermen. De iguanodons zijn in de nieuwe vleugel blootgesteld aan de vrije lucht. Daardoor ondergaan ze dertig jaar schommelingen in temperatuur en vochtigheid, wat de waardevolle fossielen aanzienlijk beschadigt. In 1932 waarschuwt directeur Victor Van Straelen de verantwoordelijke minister. Die antwoordt droogjes dat de iguanodons dan maar verkocht moeten worden om nutteloze uitgaven te vermijden. De reactie stuut op protest en museummedewerkers proberen een nieuwe methode uit om de fossielen te beschermen. Van 1933 tot 1937 worden alle specimens gedemonteerd en in een mengsel van alcohol en schellak gedoopt. Die laatste wordt gemaakt van polyesterhars uitgescheiden door de vrouwelijke cochenilleluis uit India en Thailand. Voor de restauratiewerken zijn meer dan 4.000 liter alcohol en 390 kilo schellak nodig. De behandeling maakt de fossielen donkerder, al waren ze al behoorlijk donker bij hun ontdekking. In dezelfde periode worden



Sinds 2007 huizen de iguanodons in een nieuwe, klimaatoptimale glazen kooi.

twee immense glazen kooien gebouwd rond de iguanodons om de temperatuur en de vochtigheidsgraad constant te houden. De verdiende rust voor de iguanodons is van korte duur. In 1940 moeten alle specimens weer gedemonteerd worden en ondergebracht in de kelders van het museum, uit vrees dat ze door het oorlogsgeweld beschadigd zouden raken. Maar het is te vochtig in de kelders, en ze worden weer naar hun glazen kooien gebracht nog voor het einde van de oorlog.

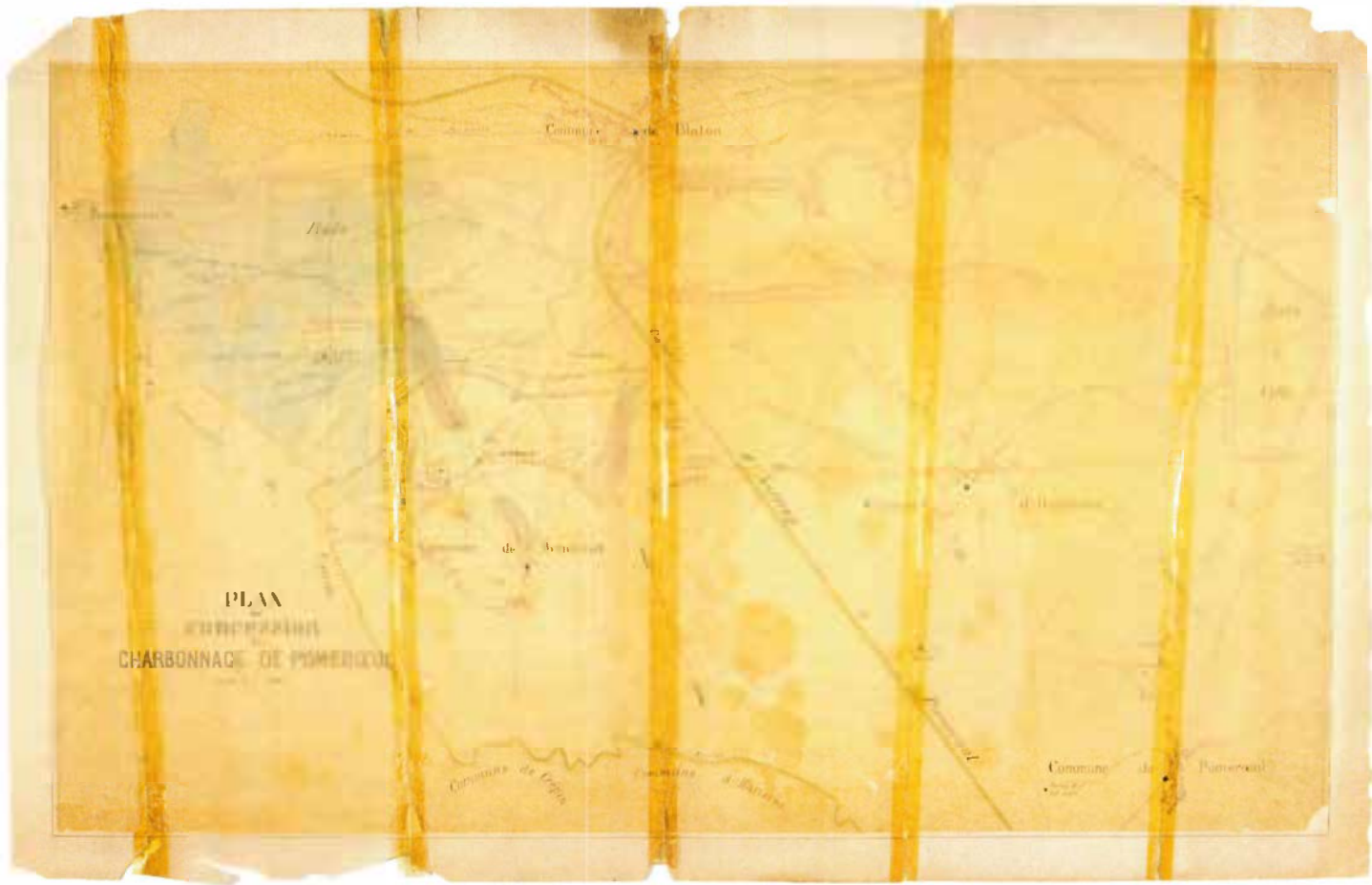
Juwelenkoffer met klimaatregeling

Na een eeuw heeft de nieuwe museumvleugel zijn diensten bewezen en is het de hoogste tijd voor een grote renovatie. De oude kooien zijn moeilijk te verlichten en de bezoekers kunnen niet genoeg achteruitstappen om de giganten goed te bewonderen. En de skeletten zijn trouwens in een abominabele staat sinds hun check-up in de jaren 1930.

De nieuwe restauratiefase duurt vier jaar. Vanaf 2003 worden alle skeletten gedemonteerd. Ieder fossiel bot wordt onderzocht en, indien nodig, grondig gerestau-

reerd. De resten pyriet, geoxideerd of niet, worden zorgvuldig verwijderd. De botten worden dan gedrenkt in polyvinylacetaat opgelost in aceton en aangelengd met methanol. De breuken worden gelijmd met sterke lijm en de scheurtjes opgevuld met een verhardende pasta op basis van titanium. In mei 2007 krijgen de gerestaureerde skeletten hun plek in een gloednieuwe glazen kooi. Speciale aandacht wordt besteed aan de verlichting van de specimens: optische vezels worden gebruikt, om lokale warmte tegen en schommelingen in de temperatuur tegen te gaan.

Na 125 miljoen jaar rust in de kleilagen van Bernissart maakten de skeletten bovengronds 130 tumultueuze jaren door. De eerste fases van hun restauratie verlopen met de natte vinger, maar dat verwondert niet. De ontdekking in 1878 is een wereldprimeur. Ondanks de vele obstakels onderweg, grotendeels te wijten aan het vele pyriet binnenin de fossielen, mag de bewaring van deze kostbare skeletten gerust geslaagd genoemd worden. Ze is zelfs een referentie voor de vele natuurhistorische musea, die met soortgelijke conservatieproblemen kampen.



Om de iguanodonts op te graven werken medewerkers van het Museum voor Natuurwetenschappen in Brussel samen met de Mijnen van Bernissart.

heden voort te zetten die onder bevel van de Duitsers waren begonnen en naar de cran van de iguanodonts moeten leiden.

De ontginning van steenkool in Bernissart is financieel niet meer levensvatbaar. De exploitatie van de naburige site van Harchies, bestemd om alle extractieputten in Bernissart te vervangen, komt in die tijd op kruissnelheid en wordt wel heel rendabel.

In september waarschuwt de mijndirectie de nieuwe directeur van het Koninklijk Natuurhistorisch Museum dat de waterpompen en ventilatoren in de Sint-Barbaraput weg moeten en dat de put sluit als er geen externe financiering komt. Gilson schiet in actie en waarschuwt de Belgische regering, de Koninklijke

Academie van België, de Universitaire Stichting en mecenasen, waaronder Ernest Solvay en koning Albert. Gilson wil een miljoen frank per jaar samenrijgen voor een periode van vijf jaar. Tevergeefs. Met de steun van Henry Fairfield Osborn, het hoofd van het American Museum of Natural History in New York richt Gilson zijn pijlen op de Verenigde Staten. Hij contacteert de latere Amerikaanse president Herbert Hoover die dan voorzitter is van de machtige Belgian American Educational Foundation. Die stichting helpt de Université Libre de Bruxelles stichten en betaalt een stuk van de wederopbouw van de universiteitsbibliotheek in Leuven. Opnieuw zit hij op een dood spoor. De Sint-Barbaraput sluit definitief eind oktober 1921. ■

approuvé
Le Directeur
E. D.

Monsieur le Directeur

Qu'il m'honneur de vous soumettre
le plan de quatre de fins des objets
suivants.

Un petit Crocodile qu'on a vu dans
trois Iguanodons, restants à offrir
mettre, ces de fins sont en trois.
et les calcitrans d'un phanéri
l'autre à moitié franc pièce
soit d 80 les quatre de fins.

Je vous prie de vouloir bien
Directeur l'apporter de mon
profond respect. Gustave Lavalette.

un
E.D.

St. rue St. Bernard
(St. Gilles)

Monsieur le Directeur du Musée
Royal d'Histoire Naturelle
Bruxelles le 8 Jan 1883



Uit een briefwisseling tussen Gustave Lavalette en museumdirecteur Edouard Dupont blijkt dat de tekenaar 20 frank per tekening kreeg. Dat is omgerekend naar vandaag ongeveer 110 euro.

1104
Charbonnage
BÉNISART
Belgique

DE TEKENINGEN VAN LAVALETTE

Gustave Lavalette en andere tekenaars van het Koninklijk Natuurhistorisch Museum van België maakten vanaf de jaren 1880 prachtige gedetailleerde lithografieën van de iguanodons en van een krokodil. Ze stelden ze meestal voor in de houding waarin ze bij hun ontdekking lagen. Ze moesten wachten met hun werk tot de fossielen uit hun sediment en uit hun beschermende gips gehaald waren. Gelukkig konden ze steunen op de situatieplannen van de opgravingen diep in de mijn.

Op de poster bij
deze Eos Special



Iguanodonschedel,
door Gustave Lavalette



Krokodil *Anteophthalmosuchus hooleyi*, door
Gustave Lavalette

De **bouillabaisse** van Bernissart

Drieduizend visfossielen geven ons een inkijk in het zoetwaterleven in onze contreien zo'n 125 miljoen jaar geleden.

Sébastien Olive





***Lepidotes
bernissartensis***

Deze soort heeft langwerpige voorhoofdsbeenderen die naar voren toe versmallen en twee keer zo lang zijn als de wandbeenderen. De onderkaak heeft gesteelde *semi-crushing*-tanden. Nauwe verwanten vandaag zijn de kaaimansnoeken.

Turbomesodon bernissartensis

Opvallend: de kop en het lichaam vormen een cirkel! *Turbomesodon* had 'kiesachtige' tanden, typisch voor dieren die hard voedsel verorberen. De grotere groep waartoe *Turbomesodon* behoort, vind je normaal in lagunes en riffen, dus zijn aanwezigheid in het meer van Bernissart is verrassend.



De iguanodons van Bernissart kent iedereen. Maar wist je dat er tijdens de opgravingen ook meer dan drieduizend visfossielen zijn bovengehaald? Het is de talrijkste en soortenrijkste collectie gewervelden uit Bernissart.

De visfossielen zaten in beenderlagen met iguanodonskeletten en in één of twee beenderlagen met resten van schildpadden en krokodillen. De exacte ligging van de visfossielen is onvolledig, want de fossielen kregen geen duidelijke etiketten mee toen ze uit de steenkoolmijn zijn gehaald.

Paleontoloog Louis Dollo nodigde zijn Schotse collega Ramsay Heatley Traquair uit de vissencollectie van Bernissart te komen bestuderen. In 1911 publiceerde Traquair er een lijvige monografie over, waarin hij de soorten oplijst en beschrijft. Veel van die soorten zijn in de daaropvolgende decennia opnieuw bestudeerd en ook vandaag wordt de verzameling herbekeken.

De meeste fossielen zijn 'gearticuleerd' (anatomisch samenhangend), ofwel in hun geheel, ofwel voor delen, zoals de staart of de kop. Ze zijn wel vaak samengedrukt, wat de identificatie van de beenderen bemoeilijkt.

Meer of moeras

De vissen in Bernissart behoren allemaal tot de grote klasse van de straalvinnigen (*Actinopterygii*), met een waaier van botachtige staafjes in hun vinnen,

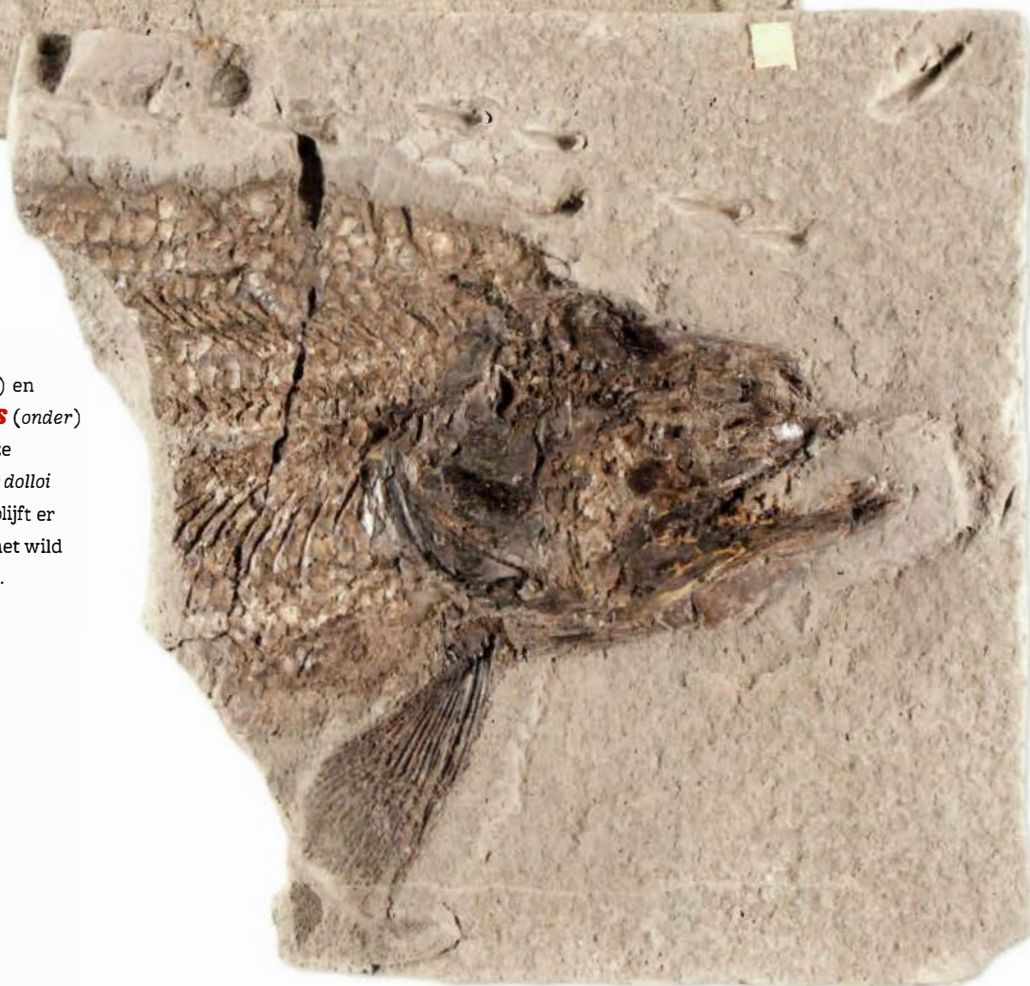
kwastvinnigen hebben vlezige vinnen. De viscollectie van Bernissart toont mooi de diversiteit onder straalvinnigen want ze bevat zowel basale (*Chondrostei*) als afgeleide straalvinnigen (*Teleostei*).

Traquair beschreef oorspronkelijk zestien soorten, maar latere systematische herzieningen brachten het aantal voorlopig tot twaalf terug. Dat beperktere aantal soorten komt ook beter overeen met het milieu waarin we denken dat de vissen in Bernissart leefden: een meer- of moerasgebied. In open milieus, zoals een zee of een rivier, is de diversiteit doorgaans groter.

Nog een aanwijzing dat Bernissart een zoetwatermilieu was: er zijn alleen straalvinnige vissen gevonden en geen kraakbeenvissen (*Chondrichthyes*), zoals haaien. Hoewel sommige kraakbeenvissen in zoetwater leven – 5 procent van de haaien- en roggensoorten in de huidige natuur – vertoeven ze liever in het zoute zeewater.

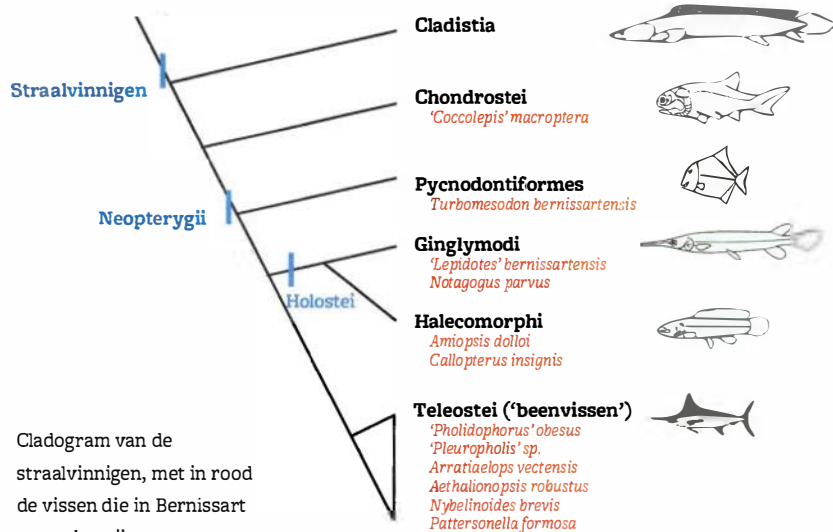
Beenvissen boven

Als we alle straalvinnige vissen van Bernissart onder de loep nemen, stellen we zes taxa 'beenvissen' (*Teleostei*) vast en evenveel taxa die niet tot die groep behoren. Dat komt perfect overeen met het beeld dat we hebben van de diversifiëring van de straalvinnige vissen tijdens het mesozoïcum. Dat is de hele periode tussen 252 tot 66 miljoen jaar geleden, die onderverdeeld is in trias, jura en krijt. De meest basale groepen straalvinnigen van



Amiopsis dolloi (boven) en
Callopterus insignis (onder)

Van de grotere groep waartoe deze langgerekte en robuuste *Amiopsis dolloi* en *Callopterus insignis* behoren, blijft er vandaag maar één soort meer in het wild over: de moddersnoek *Amia calva*.



Nybelinoides brevis (boven) en **Pattersonella formosa** (onder)
Van deze twee taxa zijn in Bernissart ontzettend veel exemplaren gevonden. Deze soorten behoren tot de *Teleostei* of 'beenvissen', die een symmetrische staartvin hebben. Vandaag zijn de *Teleostei* een bont gezelschap van meer dan 32.000 (!) soorten.

het paleozoïcum, ouder dan 252 miljoen jaar, zouden tijdens het trias door beenganoïden (*Holostei*) vervangen zijn. Die laatste kenden een hoge bloei tijdens het jura, maar in de loop van het krijt werden ze geleidelijk aan vervangen door *Teleostei*. Tegen het einde van het krijt waren de 'beenvissen' zowel in de zeeën als in de meren dominant, en dat is vandaag nog altijd zo. De samenstelling van het visbestand van Bernissart, dat van het vroege krijt dateert, weerspiegelt de periode waarin de beenvissen nog gelijkspel spelen met de niet-beenvissen. We zien die verhouding ook op de vindplaats Las Hoyas in Centraal-Spanje uit dezelfde periode.

Als je de exemplaren per groep telt, zie je dat de *Teleostei*-beenvissen in Bernissart duidelijk overheersen, met heel veel specimens van *Nybelinoides*, *Pattersonella* en *Aethalionopsis*. De beenvissen hebben de grootste biomassa van de straalvinnige vissen in Bernissart. Net zoals in Las Hoyas zwommen er dus veel meer *Teleostei*-vissen rond dan exemplaren van de andere groepen straalvinnigen (*Chondrostei*, *Holostei* en *Pycnodontiformes*).

Steeds bonter

In het vroege krijt zijn de beenvissen meestal klein tot middelgroot, met een spoelvormig lichaam, kleine vinnen en kleine of geen tanden. Dat ze morfologisch weinig verscheiden zijn, wijst erop dat deze beenvissen



geen erg specifieke ecologische niches innamen. Het verklaart waarom er van elke *Teleostei*-groep zoveel individuen gevonden zijn in Bernissart. In het late krijt zullen de beenvissen vormelijk en ecologisch veel diverser worden. Vandaag zijn er meer dan 32.000 soorten. Dat is de helft van *alle* soorten gewervelden op onze planeet.



Notagogus parvus

Kleine vis met twee rugvinnen en een langgerekte kop. Nauw verwant met zijn tijdgenoot in Bernissart: *Lepidotes bernissartensis* (openingsbeeld).

Wetenschappers bikkelen over de ontdekking

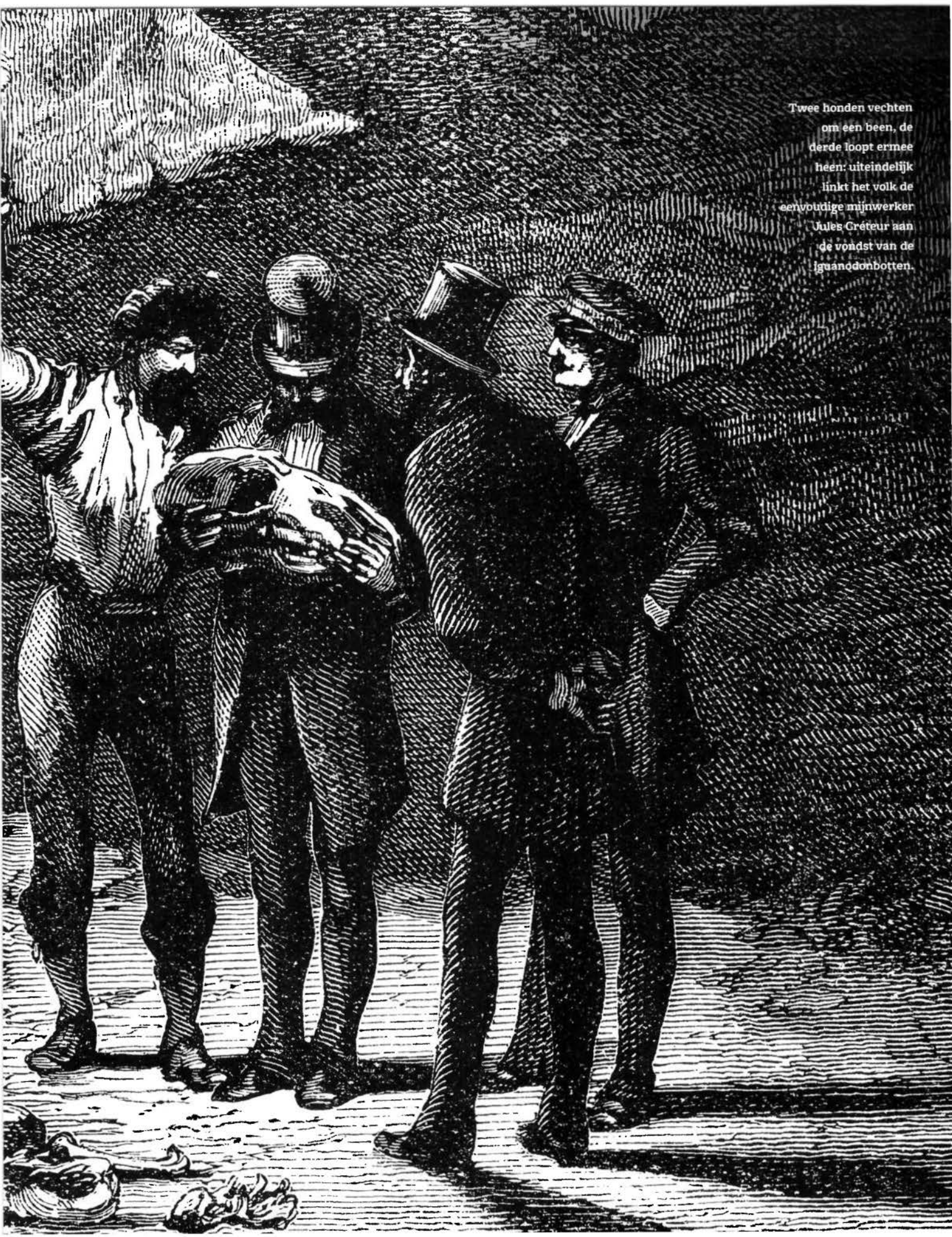
Belgische bottenoorlog

Wie mag de wereldvondst op zijn conto schrijven? De vinder van de eerste fossielen, of degene die ze als eerste wetenschappelijk beschreef? Mijndirecteur Fagès en museumdirecteur Dupont vechten vijf jaar een bitse strijd uit met de Leuvense hoogleraar Van Beneden.

Pascal Godefroit



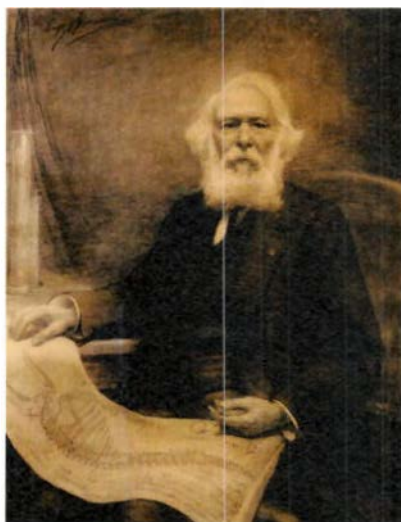
Twee honden vechten
om een been, de
derde loopt ermee
heen: uiteindelijk
linkt het volk de
eenvoudige mijnwerker
Jules Créteur aan
de vondst van de
Iguanodonbotten.



Edouard Dupont, de directeur van het Koninklijk Natuurhistorisch Museum in Brussel, en Gustave Fagès, de directeur van de steenkoolmijn van Bernissart, barsten op 7 mei 1878 in woede uit als ze horen dat Pierre-Joseph Van Beneden tijdens een zitting van de Koninklijke Academie van België meldt dat er in Bernissart resten van iguanodons zijn gevonden. De Leuvense hoogleraar was nooit betrokken bij de onderhandelingen tussen de steenkoolmijn en het museum. Hij had zelfs nooit de mijn in Bernissart bezocht. Alle informatie over de omstandigheden van de ontdekking had hij uit de derde hand, van de mijningenieur Léon Latinis en daarna van zijn collega François-Léopold Cornet. Bovendien schreef hij die fantastische ontdekking toe aan Latinis en niet aan Fagès. Dat was majesteitsschennis!

Koude oorlog

Van Beneden was er heilig van overtuigd dat Dupont de studie van de iguanodons van Bernissart aan hem zou toevertrouwen. Hij was tenslotte een eminent hoogleraar in de anatomie en de paleontologie. Het moest het hoogtepunt van zijn schitterende wetenschappelijke carrière worden. Maar met zijn wat misplaatste mededeling aan de Koninklijke Academie van België startte de officiële vijandschap tussen hem en Dupont, en ook tussen Fagès en Latinis. De ruzie over wie de iguanodons ontdekt heeft, maakte al vlug een slachtoffer: op 4 oktober 1878 kreeg Latinis zijn ontslag bij de steenkoolmijn van Bernissart, officieel omdat de schachtbekleding van de Sint-Barbaraput door de aardbeving van Tollhau-



Hoogleraar Pierre-Joseph Van Beneden (links) sprak voor zijn beurt.

Museumdirecteur Edouard Dupont (rechts) was razend op Van Beneden.

sen beschadigd was geraakt. Twee weken na Van Benedens mededeling kon Cornet op zijn beurt de ontdekking van de iguanodons Bernissart aankondigen, tijdens een bijzondere vergadering van de Société géologique de Belgique. Maar Dupont en Fagès hadden duidelijk instructies gegeven en Cornet legde de nadruk bewust op de geologische context van de ontdekking.

In augustus gaf Van Beneden aan expeditieleider en preparateur Louis De Pauw het iguanodonbeen terug dat Cornet hem op 10 april had gestuurd. Begin september vroeg hij of hij het been terug kon krijgen, samen met enkele andere botten van de iguanodon en kleine fossielen van vissen en planten uit Bernissart. Hij ging naar het Natuurhistorisch Museum van Parijs en wilde de fossielen vergelijken met exemplaren in de Franse collecties. Dupont weigerde onder het voorwendsel dat er beslist was dat alle beenderen van Bernissart in het Koninklijk Natuurhistorisch Museum van België moesten blijven. Hij stuurde een gipsen afgietsel, dat hij van Cornet kreeg. De eminente hoog-

leraar was geschokt en schreef een brief aan Dupont: dat het de eerste keer was dat een museumdirecteur het aandurfde hem een voorwerp voor zijn onderzoek te weigeren.

Op 12 oktober 1878 besloot Dupont eindelijk zijn versie van de ontdekking van de iguanodon te publiceren en te vertellen hoe het bij de opgravingen verliep. Hij stak de loftrompet over Fagès en de directieraad van de steenkoolmijn van Bernissart.

‘Het is ons een waar genoeg hulde te brengen aan deze ruime en verheven ideeën, en alle vrienden van de wetenschap zullen ons zeker bijtreden, want dankzij hen is deze werkelijk uitzonderlijke ontdekking bewaard gebleven.’

Dupont wilde Fagès een plezier gunnen en op 25 mei 1880 schreef hij de minister van Binnenlandse Zaken, Gustave Rolin-Jacquemin, aan om de mijndirecteur te decoreren voor diens waardevolle hulp bij de opgravingen in Bernissart. Fagès ontving op 22 juni 1880 de titel van ridder van de Leopoldsorde, een van de belangrijkste officiële onderscheidingen in België. Op 27

Geoloog en
ingenieur
François-Léopold
Cornet (links)
verrichtte het
eerste onderzoek.

Mijndirecteur
Gustave Fagès
(rechts)
kreeg officiële
erkenning voor
de vondst.



september vroeg Dupont de minister een ereteken tweede klasse toe te kennen aan de mijnwerkers Ballez, Mottuelle en Créteur. Anderhalve maand later kregen ze hun medailles en getuigschriften.

Nieuwe soort?

Ondertussen wilde Van Beneden nog altijd de fossielen van Bernissart in handen krijgen. Hij probeerde Louis De Pauw te vermurwen, die hem op 17 februari 1880 kortaf terugschreef dat hij zich het best rechtstreeks tot Dupont kon wenden. Beteuterd antwoordde Van Beneden dat hij helemaal niets meer over de iguanodons van Bernissart zou publiceren. De bitterste pil voor Van Beneden moest nog komen: het onderzoek van de iguanodons werd toevertrouwd aan een piepjonge natuurvorser van iets meer dan 20 jaar, George Albert Boulenger, die in 1876 door het Museum was aangeworven om er recente vissen, amfibieën en reptielen te bestuderen.

In 1881 wilde Boulenger de eerste resultaten van zijn onderzoek op de iguanodons van Bernissart bekendmaken. Hij stuurde een manuscript

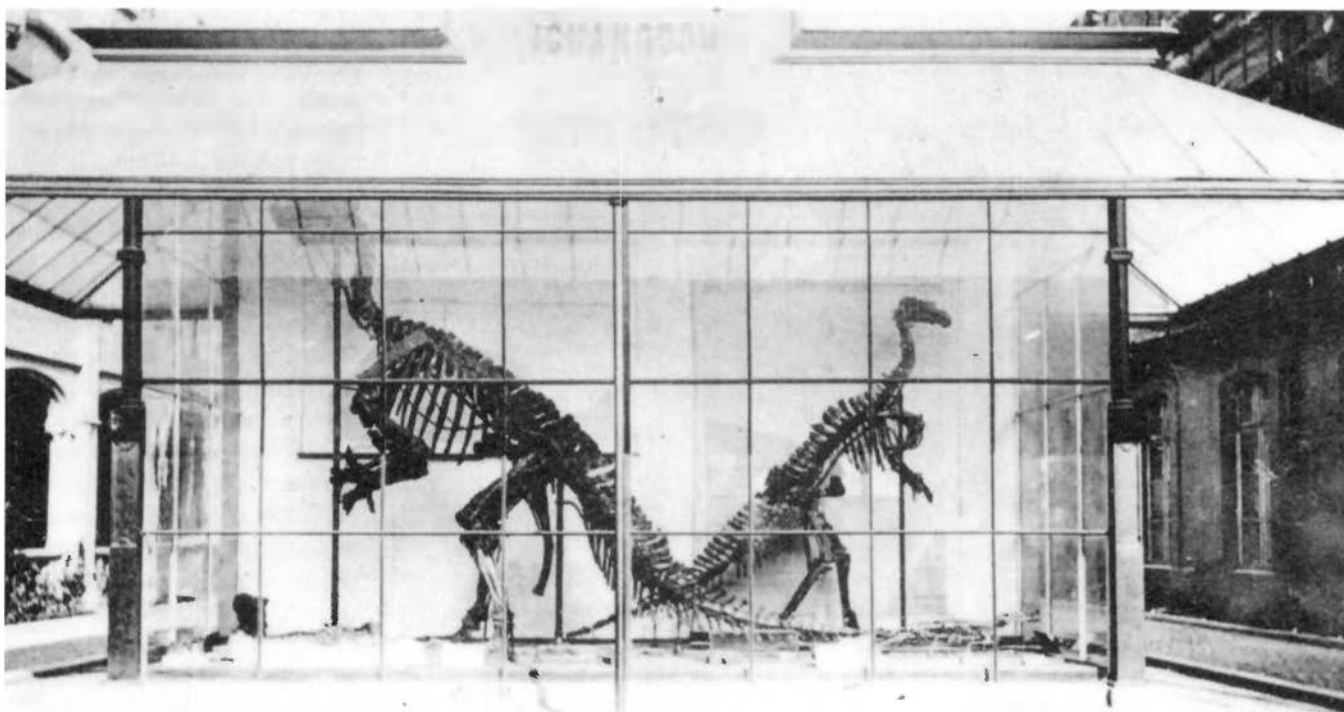
naar de Koninklijke Academie van België, waarin hij de bekkengordel van de dinosauriërs beschrijft. Omdat ze zes heiligbeenwervels hebben en *Iguanodon mantelli* uit Engeland maar vijf, beschouwt hij de iguanodons van Bernissart als een nieuwe soort, vanzelfsprekend *Iguanodon bernissartensis* gedoopt. Maar Boulenger waagde zich op die manier argeloos in het hol van de leeuw, want Van Beneden was pas aangesteld als directeur van de klasse Wetenschappen van de Koninklijke Academie van België. Cornet en Van Beneden moesten het manuscript nalezen. En ja hoor, ze weigerden de publicatie ervan. Van Beneden publiceerde in de Bulletins van de Koninklijke Academie van België zelfs een erg kritische bespreking van Boulengers geweigerde manuscript. Hij liet niet na zijn versie van de ontdekking te geven.

‘... de heer Latinis, ingenieur van de steenkolenmijn, merkte op dat er veel beenderen lagen en toonde enkele fragmenten aan de heer Cornet. Een deel van die eerste beenderen werd voor onderzoek naar mij in Leuven gestuurd en nadat ik de voor

iguanodon kenmerkende eigenschappen herkende, werd het belang ervan ingezien. De brief waarin ik hierover schreef, werd kenbaar gemaakt aan de heer Arnould, hoofdmijnningengineur in Bergen, die beweerde dat de waargenomen anatomische verschillen heel waarschijnlijk aan seksueel dimorfisme te wijten waren, en het was naar aanleiding van deze mededeling dat de heer Arnould een telegram stuurde aan de heer De Pauw van het Museum in Brussel.’

In dezelfde nota opperde Van Beneden dat de door Boulenger aangetoonde anatomische verschillen tussen de iguanodons van Bernissart en de Engelse soort *I. mantelli* toegeschreven konden worden aan verschillen tussen mannetjes en wijfjes en dat een nieuwe soort dus helemaal niet hoefde. Boulenger had er de buik van vol en verliet in 1881 België om in het Natural History Museum in Londen aan een schitterende carrière te beginnen.

Van Beneden genoot niet lang van zijn overwinning, want in 1882 wierf Dupont een vervanger voor Boulenger aan: Louis Dollo, een jonge ingenieur uit Rijsel. Die zette onder andere de studie van de iguanodons van Bernissart voort en publiceerde al snel een eerste nota in het Bulletin du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique, waar Van Beneden geen zeggenschap over had. Daarin nam hij de identificatie van de iguanodons van Bernissart nog eens onder de loep. Hij toonde aan dat de populatie van Bernissart twee soorten bevatte. De eerste soort werd vertegenwoordigd door een kleiner specimen en kon volgens hem toegeschreven worden aan de Engelse soort *Iguanodon mantelli*. Maar de grote soort, het leeuwendeel van de individuen in Bernissart, had heel wat anatomische kenmerken die



een nieuwe soort verantwoorden. Boulenger kreeg gelijk met zijn *Iguanodon bernissartensis* en Van Beneden leed weer eens een nederlaag. Dollo publiceerde dan een reeks korte artikelen over de taxonomie, de systematiek, de osteologie, de functionele morfologie en de paleobiologie van de iguanodons van Bernissart. Met-tertijd schreef Dollo zijn artikels steeds meer in een telegrafische stijl. Dat werd zijn handelsmerk. Zijn laatste artikel, uit 1923, was gewoon een lijst van waarnemingen.

Bordje zaait tweedracht

De ruzie tussen Dupont en Van Beneden bereikte haar climax in 1883. Op 27 januari stuurde Van Beneden een vreemde brief naar Dupont. Hij vroeg Dupont de manier te verduidelijken waarop de iguanodons van Bernissart ontdekt werden en gaf daarbij zijn versie van de geschiedenis. Dupont rook onraad en vroeg Fagès of hij hem zijn

versie van de feiten schriftelijk wilde overmaken. Fagès stuurde daarop een handgeschreven kopie van het register van de verslagen die de diensthoofden van de steenkoolmijn van Bernissart elke dag opmaakten.

Met die documenten moeten we opletten. Als we de kopie nalezen die Fagès naar Dupont stuurde, is het duidelijk dat hij de dagelijkse verslagen achteraf aanvulde en wijzigde, opdat ze zouden overeenstemmen met zijn versie van de feiten, waarbij hij zichzelf ophemelde en Latinis systematisch zwartmaakte. Anders gezegd: uit die documenten spreekt eigenlijk Fagès' eigen 'Galische oorlog'. Dupont stuurde Van Beneden op 2 februari uittreksels van die documenten om zijn versie van de gebeurtenissen te staven, waarbij hij benadrukte dat de versie Van Beneden alleen steunde op getuigenissen uit de tweede hand.

Louis De Pauw en zijn team stelden in 1882 het eerste volledige

skelet op van een iguanodon van Bernissart. Ze deden dat in de Sint-Joriskapel van het Paleis van Nassau, ondertussen een onderdeel van de Nationale Bibliotheek van België. In 1883 werd op de binnenplaats van het Koninklijk Natuurhistorisch Museum op het Museumplein een glazen kooi gebouwd om het skelet aan het grote publiek te tonen. Bij dit exemplaar kwam een bordje met 'Découvert en 1878 dans le charbonnage de Bernissart par M. Fagès, agent général de la société'.

Natuurlijk ontstak Van Beneden onmiddellijk in woede en op de zitting van de Koninklijke Academie van België diende hij een mededeling in, waarin hij stelde dat hij de ontdekker van de iguanodons van Bernissart was. 'Ik beschouw deze vermelding, die de ontdekking van dit fossiele dier aan de beambte van de steenkoolmijn van Bernissart toeschrijft, als strijdig met de waarheid en van dien aard dat ze

Op het naambordje in de glazen kooi staat mijnindirecteur Fagès vermeld als ontdekker.

‘Wie is de ontdekker: een visser die een nieuwe vis naar de markt brengt, of de natuurvorser die de vondst bestudeert, benoemt en een plaats in de wetenschap bezorgt?’

het publiek misleidt. Mocht ik bij de Academie niet langer volhouden dat deze vermelding fout is, dan zou uit mijn stilte het vermoeden ontstaan dat ik de rechten laat varen op de ontdekking waarop ik aanspraak meen te mogen maken. [...] De eerste determinatie gebeurde dus door mij en ik heb het recht om de wetenschappelijke ontdekking op te eisen. [...] De heer Fagès mag het in het register van de dagelijkse rapporten wel hebben over fragmenten van fossielen, maar hij kende ze niet, daar hij over de aard van deze voorwerpen het advies wenste in te winnen van onze geleerde confrater de heer Cornet. Kunnen vissers die een nieuwe vis naar de markt brengen of zeelieden die de opdracht hebben zoölogische stations te bevoorraden en die nieuwe nog nooit in de omgeving waargenomen vormen aan de natuurvorsers overhandigen, de ontdekking van deze nieuwe vondsten betwisten tegenover de natuurvorser die ze bestudeert, ze een naam geeft en ze zo een werkelijke plaats in de wetenschap bezorgt? Al wat de heer Fagès deed, is vaststellen dat er fossielen waren, die daarna door de heer De Pauw vrijgemaakt werden. Wat dit geval betreft, wens ik niet meer details te geven over de vondst en de vrijmaking van de iguanodons; ik beperk me ertoe te stellen dat het hier om een wetenschappelijke ontdekking gaat, en dat deze ontdekking pas plaatsvond toen deze beenderen herkend waren als zijnde afkomstig

van de merkwaardige dinosauriër die de naam iguanodon gekregen heeft.’

Op 29 juli stuurde Fagès een brief naar de Koninklijke Academie waarin hij tegen Van Benedens nota protesteerde, maar de klasse Wetenschappen stuurde die onmiddellijk naar het archief, want hij bevatte kwetsende persoonlijke aanvallen.

Op de zitting van 4 augustus in de Koninklijke Academie van België ging Dupont in de tegenaanval. Hij stak opnieuw de loftrompet over Fagès en bracht Van Beneden nog enkele venijnige steken toe.

‘De tanden van iguanodons zijn goed bekend door het werk van Mantell en van Cuvier. Ze hebben uiterst uitgesproken onderscheidende kenmerken: door kauwen veroorzaakte slijtage, de kartelrand van de kroon, en de steile kanten ervan, enz. Het volstaat al de figuren in een geïllustreerd paleontologische repertorium, zoals de verhandeling van Pictet, te bestuderen, om die tanden generisch te identificeren. Ze behoren zelfs tot de stukken die handboeken bij voorkeur tonen, omdat ze speciale kenmerken hebben. Door in 1878 de Academie te melden dat er in de steenkoolmijn van Bernissart aan de iguanodon toe te schrijven resten aanwezig waren, heeft onze voortreffelijke confrater verklaard dat hij hun determinatie aan de hand van de tanden verrichtte. [...] Op de twijfelachtige determinatie van het genus, wat de inbreng van de heer Van Beneden was, volgden eerst de

positieve bevestiging van deze determinatie en daarna een voortgezet onderzoek rond de specifieke determinatie, rond de vergelijkende anatomie en fysiologie van het vreemde monster, alsook rond de ouderdom van de afzetting, zijn vindplaats, de vormingsvoorwaarden, de erbij gevonden ichtyologische fauna en de flora. Deze reeks auteursnamen en citaten zou het bordje buitensporige afmetingen bezorgen en derhalve volledig zinloos maken.’

Op 27 augustus stuurde Dupont een brief naar de minister van Binnenlandse Zaken waarin hij klaagde over Van Benedens houding, die alle toekomstige samenwerking met de Henegouwse steenkolenmijnen in het gedrang kon brengen. De minister antwoordde dat hij deze situatie heel beklagenswaardig vond, maar dat de regering niet bij deze twist kon ingrijpen en dat de beslissing over wie de ontdekking in Bernissart op zijn naam kon schrijven, een zaak was van de Koninklijke Academie van België.

Van Beneden ging onmiddellijk in de tegenaanval. Tijdens de zitting van de Koninklijke Academie ging hij rechtstreeks tegen Dupont tekeer:

‘We hebben het zopas vernomen: de heer Dupont spreekt over mijn tussenkomst in het onderzoek van de iguanodons. Maar komt het niet mij toe om te spreken over de tussenkomst van de heer Dupont? Hoe? Wie had de eerste beenderen in handen? Was dat ik niet? En langs



NIEUW
in de Galerij van de Dinosauriërs

Plateosaurus Ben

Plateosaurus Ben is een authentiek dinofossiel uit de Zwitserse stad Frick. Hij is vernoemd naar Ben Pabst, de ontdekker van het fossiel. Anderhalf jaar lang heeft een team van paleontologen en technici van het Museum de botten vrijgemaakt en het skelet gereconstrueerd. Sinds december 2017 staat Ben te pronken in de Galerij van Dinosauriërs.

Plateosaurus leefde ongeveer 210 miljoen jaar geleden en was één van de grootste dinosauriërs uit het trias (zijn voorlopers werden niet groter dan 1,5 meter). Maar hij was bovenal één van de eerste 'langnekken'. Plateosaurus is de best gekende van de Prosauropoda, de voorlopers van de Sauropoda zoals Diplodocus.

**Kom Ben bezoeken
in het Museum voor
Natuurwetenschappen!**

museum 
NATUURWETENSCHAPPEN.BE

welke weg zijn ze bij mij terechtgekomen? Door de directeur van de steenkolenmijn zelf [...] Ik zal het niet hebben over de achting die confraters voor elkaar moet hebben wanneer een van hen een onderzoeksonderwerp aangevat heeft, maar de directeur van het Koninklijk Museum verliest in elk geval uit het oog dat zijn belangrijkste bevoegdheid erin bestaat dat hij de hem toevertrouwde voorwerpen moet bewaren. Hij koestert illusies omtrent zijn rechten als hij denkt dat hij over de wetenschappelijke eigendom van zijn collecties beschikt en wanneer hij, steunend op zijn titel als directeur van een museum van het rijk, een Belg de onmogelijkheid ontnemt zijn aangevatte onderzoek verder te zetten, dan heeft de heer Dupont een verkeerde opvatting over zijn opdracht die hij aan het vertrouwen van de natie dankt.'

Daarna probeerde Van Beneden nog tweedracht te zaaien binnen de vijandelijke troepen. 'Ik zal hier nog aan toevoegen dat, wanneer de beenderen van Bernissart geen andere weg gevonden hebben dan die naar de hoofdstad, dit uitsluitend komt doordat zich in het Koninklijk Museum een man bevond die deze missie in goede banen kon leiden. Ik heb het al bij een andere gelegenheid gezegd: zonder de heer De Pauw zou Brussel zonder twijfel, net zoals Londen en Parijs, beenderen van iguanodons hebben, maar de hoofdstad zou zeker geen volledige skeletten van deze dieren bezitten, die terecht de bewondering genieten van zowel geleerden als van het publiek. Is het werkelijk het gevolg van vergetelheid dat degene aan wie België dit paleontologische monument dankt, waarvan het grootste belang zelfs in de Academie der Wetenschappen van Parijs

Nu lijkt de ruzie banaal, maar de protagonisten wisten: de ontdekker zou geschiedenis schrijven

erkend wordt, nog steeds wacht op zijn rechtvaardige beloning?'

In deze nota stelde Van Beneden een licht gewijzigde versie van de ontdekking in Bernissart voor. De helden van dit verhaal waren achtereenvolgens Ballez, Latinis, dr. Lhoir, Cornet, Arnould en vanzelfsprekend Van Beneden zelf. 'Uit alles wat voorafgaat, blijkt ook dat we dankzij de onbewuste daad van de mijnopzichter deze afzetting van beenderen kennen, waarin mijnwerkers al dagenlang werkten zonder te weten dat ze de lichamen van reusachtige fossielen aan het doorboren waren. [...] Hoe groot het gemak waarmee deze dinosauriër werd gedetermineerd moge zijn, het is niet minder waar dat de beambte van de steenkoolmijn niet het recht heeft ook maar iets op te eisen noch van de wetenschappelijke ontdekking van de iguanodon, noch van eender welke planten of dieren uit deze opmerkelijke afzetting die in de toekomst aan het licht zullen komen.'

Stomverbaasd woonden de leden van de Koninklijke Academie een loopgravenoorlog bij. Beide kampen behielden halsstarrig hun posities. Dupont vuurde nog een laatste salvo af op toen hij op de vergadering van 3 november met een reeks documenten en getuigschriften voor de dag kwam die volgens hem bewezen

dat Fagès de enige rechtmatige ontdekker van de iguanodons was.

Na deze mededeling beschouwde de secretaris-generaal van de Academie de discussie als uitgeput. Hij aanvaardde geen mededelingen meer over de ontdekking van Bernissart.

Halvefrank

Dat betekende een wapenstilstand tussen Van Beneden en Dupont. Van Beneden gaf zijn nederlaag nooit toe en schreef ook geen woord meer over de iguanodons. Na 1883 legde hij zich weer toe op de fossiele walvisachtigen uit het Antwerpse, en aan het einde van zijn leven onderzocht hij parasieten.

Nu glimlachen we om de ruzie tussen Dupont en Van Beneden, omdat ze ons zo onbenullig lijkt. Maar de ontdekking van de iguanodons was een epische gebeurtenis en de inwoners van Henegouwen zijn nog altijd trots op 'hun' iguanodons. Voor hen is noch

Fagès noch Van Beneden de ontdekker van de iguanodons, maar de eenvoudige mijnwerker Jules Créteur. Een van de belangrijkste pleinen in Bernissart heet 'Place Jules Créteur' en ook een woonwijk werd naar hem genoemd. Volgens de legende zou Créteur de mijnwerker zijn die afgebeeld staat op de vroegere halvefrank en ontworpen naar een werk van de bekende beeldhouwer Constantin Meunier. ■



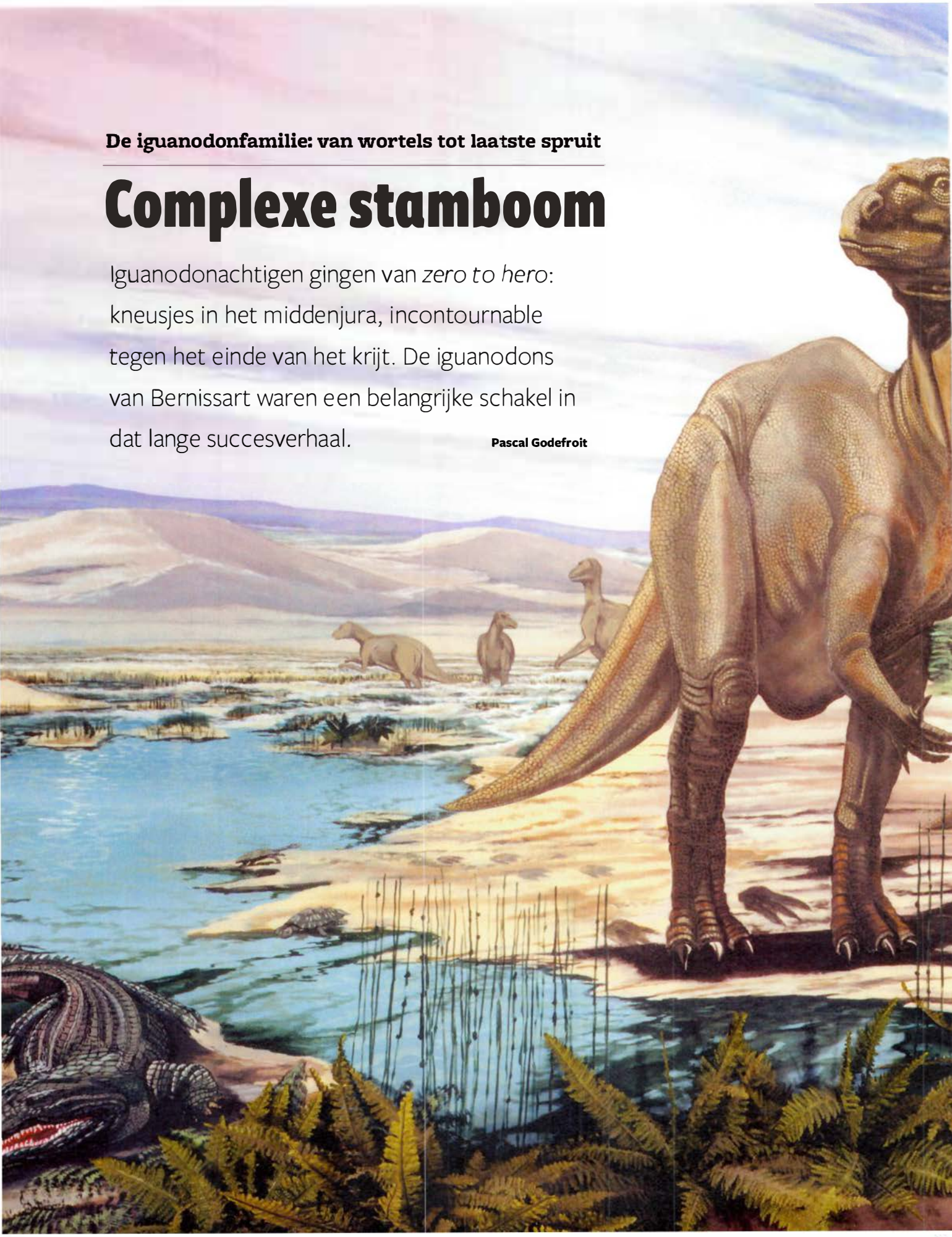
Voor het brede publiek heeft Jules Créteur de iguanodons ontdekt. Hij zou afgebeeld staan op de vroegere halve frank.

De iguanodonfamilie: van wortels tot laatste spruit

Complexe stamboom

Iguanodonachtigen gingen van *zero to hero*: kneusjes in het middenjura, incontournable tegen het einde van het krijt. De iguanodons van Bernissart waren een belangrijke schakel in dat lange succesverhaal.

Pascal Godefroit





Na Richard Owen, die in de 1842 de term 'dinosauriërs' bedacht, is het concept van die iconische groep reptielen sterk geëvolueerd.

Dat was vooral in de jaren 1980 het geval, toen methodes werden ontwikkeld om de evolutionaire verwantschap tussen dieren te achterhalen.

Dankzij de vele opgravingen in de lagen van het krijt en het jura in het noordoosten van China in de voorbije dertig jaar, is het nu helemaal duidelijk dat vogels dinosauriërs zijn. Daardoor eisen dinosauriërs opnieuw hun plek op in de huidige biodiversiteit. Niks creaturen die hun beste tijd hebben gehad, en die alleen nog door paleontologen en cineasten in leven worden gehouden. Dinosauriërs zijn van vandaag. Ze vliegen door onze bossen en tuinen, en ze belanden op ons bord. Ze stierven dus helemaal niet uit aan het einde van het krijt, zo'n 65 miljoen jaar geleden. Een van hun takken is zelfs ongelofelijk divers geworden. Volgens een recente studie zijn er 18.000 vogelsoorten. Ter vergelijking: er zijn 6.400 soorten zoogdieren.

Sprinters onder de archosauriërs

Samen met de krokodillen, de pterosauriërs (vliegende reptielen) en een aantal primitieve dieren die in het trias evolueerden, behoren de dinosauriërs tot de *Archosauria*. Gemeenschappelijk kenmerk: een set tanden die in een tandkas zitten, openingen voor de oogkassen en in de kaken, en een vierde trochanter (een uitstulping) aan de achterkant van het dijbeen waaraan sterke spieren waren gehecht. Archosauriërs kropen. Met zo'n kruiphouding, nog te zien bij de huidige krokodillen, konden ze zich niet snel verplaatsen over land, zeker niet de grote exemplaren.

Sommige archosauriërs in het trias, onder meer de *Rauisuchia*, ontwikkelden een meer opgerichte houding en konden veel sneller rennen doordat het dijbeen bijna helemaal onder de buik kon bewegen. De dinosauriërs en hun nauwst verwante voorouders hadden een opgerichte positie 'met steunberen'. Dat liet sommige groepen toe gigantische proporties aan te nemen.

Lagerpeton, *Silesaurus* en *Marasuchus* zijn de nauwst verwante voorouders van de dinosauriërs en vormen de dinosauiromorfen. Het is heel moeilijk de allereerste dinosauriërs te onderscheiden van hun dichte neven uit het boventrias, want het zijn ook tweebeinige archosauriërs in opgerichte positie 'met steunberen'. Subtiele anatomische verschillen suggereren dat de eerste dinosauriërs efficiënter op twee poten liepen en erg actief waren.

De groep *Dinosauria* is waarschijnlijk ontstaan tijdens het beneden- of middentrias op het supercontinent Gondwana. De oudste dinosauriër tot nu toe is misschien wel *Nyasasaurus parringtoni*, van het middentrias van Tanzania. De oorsprong van de dinosauriërs gaat dus minstens terug tot 245 miljoen jaar geleden. Dinosauriërs worden diverser tijdens het carnaaan, tussen 225 en 230 miljoen jaar geleden. Je vindt verschillende geslachten in de Ischigualasto-formatie van Argentinië (*Panphagia*, *Eoraptor*, *Herrerasaurus*, ...) en ook in de Santa Maria-formatie in Brazilië (*Saturnalia*, *Staurikosaurus*, ...). Maar dinosauriërs maken maar 5 procent uit van de fossielen op die plekken en ze zijn nog aan de kleine kant. Aan het einde van het trias, ongeveer 210 miljoen jaar geleden, werden de dino's talrijker en stukken groter.

De andere archosauriërs betaalden het gelag van dat snelle evolutionaire succes. In continentaal Europa domineerden de primitieve sauropodomorfen

Kulindadromeus zabaikalicus, een primitieve ornithischier met veren.



zoals *Plateosaurus*, *Thecodontosaurus* en *Sellosaurus*. Intussen werden ook de theropoden diverser (*Procompsognathus*, *Halticosaurus*, *Liliensternus*, ...).

Ornithischiers

De ornithischiers bleven achter, sterker nog, ze lijken helemaal afwezig in de ecosystemen van het trias. Typisch voor ornithischiers zijn een extra bot vooraan in de onderkaak, een darmbeen dat vooraan langer is en een fijn en lang schaambeent dat naar het achterlijf gericht is, evenwijdig met het zitbeen, en ze hebben tanden die niet haakvormig zijn zoals bij de vleesetende theropoden.

Tot deze grote orde van dinosauriërs behoren behalve de iguanodonts ook de groep van de ceratopsen (dinosauriërs met horens zoals *Triceratops*), de ankylosauriërs, de stegosauriërs en de pachycephalosauriërs. De oudste bekende ornithischiers leefden in het vroege jura en hun resten zijn gevonden in Zuid-Afrika: heterodontosauriërs, tweebeinige dino's van minder dan twee meter lang met hoektanden in boven- en onderkaken. De andere tanden zijn typisch voor ornithischiers: laag en driehoekig, typisch voor een planteneter of misschien wel omnivoor. De heterodontosauriërs hebben zich tijdens het jura verspreid over alle continenten – alleen in Australië vind je er geen. Ze zijn blijkbaar uitgestorven tijdens het benedenkrijt. Ook de eerste *Thyreophora* (schilddraggers), de groep met onder meer stegosaurus en ankylosaurus, zijn in het benedenjura ontstaan.

De ornithischiers bleven discreet en weinig divers tijdens het middenjura. In Azië vinden we een paar kleine, primitieve en tweebeinige exemplaren. Zo is *Kulindadromeus zabaikalicus*, van het middenjura van Siberië, een planteneter van minder dan twee meter lang. Aan de krachtige achterpoten te zien was het een uitstekend loper. De staart en het uiteinde van de poten waren bedekt met schubben, de schedel en borstkas met lange filamenten die op haren leken, en op de voorpoot, het dijbeen en het bovenste deel van het scheenbeen zaten complexe structuren die op primitieve veren lijkten. Die ontdekking suggereert dat mogelijk héél veel dinosauriërs bedekt waren met primitieve veren, waarmee ze hun lichaamstemperatuur konden vasthouden.

Voorouders iguanodon

De oudste vertegenwoordiger van de *Iguanodontia* is gevonden in het benedenjura van Fletton, in Engeland.

Het gaat om een dijbeen van *Callovosaurus leedsi*, een dryosauride. Typisch voor de verschillende leden van de clade *Iguanodontia* zijn een verlengd voorste stuk van de snuit dat tandeloos is en een groef vooraan op het dijbeen waar een ligament van de achterpoot aan vasthing. De *Dryosauridae*, een van de primitiefste leden van de groep *Iguanodontia*, verschenen in Europa, Afrika en Noord-Amerika tijdens het bovenjura en het benedenkrijt. Het waren nog kleine dinosauriërs, minder dan 2 meter lang, en met hun krachtige achterpoten waren het snelle lopers. Maar, naast die primitieve vormen, leefden in het bovenjura in Noord-Amerika ook iguanodontachtigen die veel zwaarder waren en meer gespecialiseerd. Die dinosauriërs, *Ankylopollexia*, hadden een aangepaste hand met een kegelvormige duimstekel, hun kaak was langer en hun schedel lijkt op die van een paard. De bekendste van die primitieve groep *Ankylopollexia* is *Camptosaurus dispar*, waarvan talrijke min of meer complete skeletten gevonden zijn in het Morrison-formatie van Wyoming, Utah, Colorado en Oklahoma. Net zoals op andere continentale vindplaatsen van het bovenjura, vormden de sauropoden (langnekken) en de stegosaurussen er de meerderheid van de plantenetende dinosauriërs.

Op de overgang van het jura naar het krijt werden de ecosystemen op het land volledig overhoop gegooid. Dat leidde tot een drastische teruggang van de diversiteit van de sauropoden en het bracht de stegosauriërs op de rand van de uitsterving. De oorzaken van deze veranderingen zijn nog niet bekend, maar het staat vast dat de iguanodonts enorm hebben geprofiteerd van die omwenteling en heel snel, aan het begin van het krijt, de dominante planteneters werden, geflankeerd door ankylosauriërs en primitieve dinosauriërs met horens.

Taxonomisch moeras

Het wealdiaan bevat afwisselend zandsteen-, zand- en kleilagen die zijn afgezet in een continentaal kustmilieu. De geologische laag dagzoomt voornamelijk in het zuiden van Engeland, onder meer op het eiland Wight, maar ook meer naar het noorden. In Frankrijk strekt hij zich uit van het Pays de Bray tot in de Bourgogne. En in België dagzoomt het wealdiaan langs de noordelijke rand van het bekken van Bergen. Hij vormt kilometers lang dikke pakketten zoals in Hautrage en Baudour, of zit, zoals in Bernissart ingesloten in een natuurlijk put, het resultaat van oplossingsprocessen in de diepte.

Het wealdiaan is zowat het koninkrijk van de iguanodonts in West-Europa. Er zijn ontelbare fossielen gevonden, wel vaak heel fragmentair. Sinds de negentiende



Waarom zingen vogels?

eos
WETENSCHAP

De wetenschappelijk methode is de beste manier om de wereld te begrijpen. Een kritische blik die speurt naar wetenschappelijk bewijs, is het beste wapen tegen charlatans, zelfverklaarde experts en fanatisme. **Eos maakt wetenschap toegankelijk.**

Sluit je aan. Surf naar www.eoswetenschap.eu en ontdek de mogelijkheden.

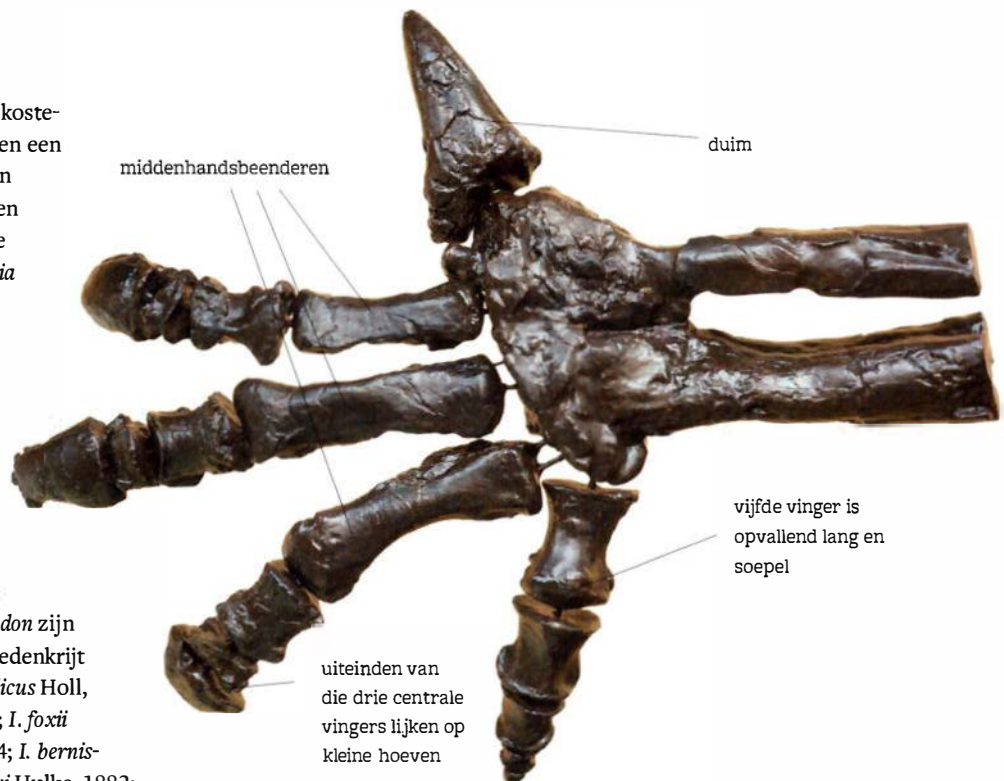
VERSPREID MET ONS DE WETENSCHAP

eeuw hebben paleontologen zich kostelijk geamuseerd. Ze introduceerden een hele waaier aan nieuwe soorten en geslachten. Daardoor ontstond een enorme verwarring over hoe je de verschillende soorten *Iguanodontia* definieert. De Franse paleontoloog Philippe Taquet beschreef het zo: ‘... het moeras waarin de iguanodonachtigen van Europa baggerden waren maar plasjes in vergelijking met het taxonomische moeras waarin ze vandaag vastzitten.’ Laten we toch wat klaarheid scheppen.

Ter vermaak de lijst van soorten die onder het geslacht *Iguanodon* zijn ondergebracht, allen van het benedenkrijt van West-Europa: *Iguanodon anglicus* Holl, 1929; *I. mantelli* von Meyer, 1832; *I. foxii* Huxley, 1869; *I. hoggi* Owen, 1874; *I. bernisartensis* Boulenger, 1881; *I. seeleyi* Hulke, 1882; *I. dawsoni* Lydehher, 1888; *I. gracilis* Lydekker, 1888; *I. fittoni* Lydekker, 1889; *I. hollingtoniensis* Lydekker, 1889; *I. valdensis* Van den Broeck, 1900; *I. atherfieldensis* Hooley, 1925; *I. major* Delair, 1966; en *I. galvensis* Verdu et al., 2015. En ik bespaar je nog de verschillende spellingswijzen, en de beschreven soorten in andere geologische lagen en op andere plekken in de wereld.

Op basis van de verschillende soorten zijn de paleontologen vervolgens nieuwe geslachten gaan bedenken, vaak totaal willekeurig: behalve de klassieker *Iguanodon* Mantell, 1825, heb je nog: *Therosaurus* Fitzinger, 1829; *Hypsilophodon* Huxley, 1869; *Vectisaurus* Hulke, 1879; *Sphenospondylus* Lydekker, 1888; *Mantellisaurus* Paul, 2007; *Dollodon* Paul, 2008; *Owenodon* Galton, 2009; *Barilium* Norman, 2010; *Hypselospinus* Norman, 2010; *Kukufeldia* McDonald, Barrett & Chapman, 2010; *Wadhurstia* Carpenter & Ishida, 2010; *Torilion* Carpenter & Ishida, 2010; *Proplanicoxa* Carpenter & Ishida, 2010; *Sellacoxa* Carpenter & Ishida, 2010; *Delapparentia* Ruiz-Omeñaca, 2011; *Huxleysaurus* Paul, 2012; *Darwinsaurus* Paul, 2012; en *Mantellodon* Paul, 2012. Alvast mijn excuses aan de paleontologen wier taxon ik per abuis vergeten ben.

De Britse paleontoloog David B. Norman floot het einde van de speeltijd in 2013; Hij selecteerde uit het geharrewar de vier taxa van *Iguanodontia* die valabel blijven voor het wealdiaan van Engeland en België: *Barilium dawsoni* en *Hypselospinus fittoni* in de sedimen-



ten van het midden-valanginiaan, en *Iguanodon bernisartensis* en *Mantellisaurus atherfeldensis* in de recentere lagen van het opper-barremiaan en het onder-aptiaan. Die twee laatste vind je ook in Frankrijk en Duitsland. *Owenodon* is bekend van een kaakbeenfragment, ook van het onderkrijt van Engeland: een iguanodonachtige die veel primitiever is en ook veel ouder (berresiaan).

Het benedenkrijt van Spanje heeft ook een hele fauna van iguanodonachtigen opgeleverd, die verschilt van die van Engeland en België. We onderscheiden de volgende soorten: *Delapparentia turolensis* Ruiz-Omeñaca, 2011; *Iguanodon valdensis* Verdu et al. 2015; *Morelladon beltrani* Gasulla et al. 2015 en *Magnamanus soriaensis* Fuentes Vidarte et al., 2016. En het onderzoek gaat voort.

Mozaïektanden

Terug naar Bernissart, 125 miljoen jaar geleden. Rond het moeras graast een kudde iguanodons. Als we wat inzoomen, kunnen we gemakkelijk twee types onderscheiden. Ze verschillen in grootte en gewicht. De grootste soort – meer dan tien meter lang en zwaarder dan 3,5 ton – lijkt het talrijkst. Dit is *Iguanodon bernisartensis*.

Met zijn lange rechte snuit lijkt zijn kop op die van een paard. Het uiteinde van de muil is tandeloos en eindigt in een hoornachtige bek. Zoals de etymologie van ‘iguanodon-

don' doet vermoeden, lijken de tanden op die van een huidige leguaan: ruitvormig. En de iguanodons hebben er de mond van vol: twee keer 29 in de bovenkaak en twee keer 25 in de onderkaak. Ze vormen een mozaïek aan de binnenkant van de kaken. De botten in de bovenkaak zijn behoorlijk beweeglijk en kunnen naar de buitenkant bewegen als het dier zijn kaken sluit tijdens het kauwen. Zo zien we dat de slijtage op de tandvlakken op de boventanden perfect overeenstemt met die op de onderste tanden. De tanden vormen zo zichzelf slijpende lemetten: heel efficiënt. En ze worden voortdurend vervangen waardoor een iguanodon zijn leven lang grote hoeveelheden taai plantenmateriaal fijn kan malen. De tanden staan relatief ver van de kaakranden, wat doet vermoeden dat hij heel wat voedsel in zijn kaken kan vasthouden.

Viervoeters

Louis De Pauw en andere paleontologen van eind negentiende en begin twintigste eeuw dachten dat de iguanodons zich op zijn achterpoten voortbewoog en dat zijn staart op de grond rustte, zoals bij de huidige kangoeroes. In het Museum voor Natuurwetenschappen staat ze nog altijd in die 'historische' positie. In de jaren 1970 toonde David Norman aan dat die houding hoogst onwaarschijnlijk is en dat de iguanodons viervoeters waren. De wervel in rug en staart zijn weinig beweeglijk door een aaneenschakeling van verbeende ligamenten die de wervelkolom in horizontale positie houden. Mochten ze als kangoeroes hebben gelopen, was een veel flexibelere wervelkolom nodig, waardoor de staart op de grond kon rusten.

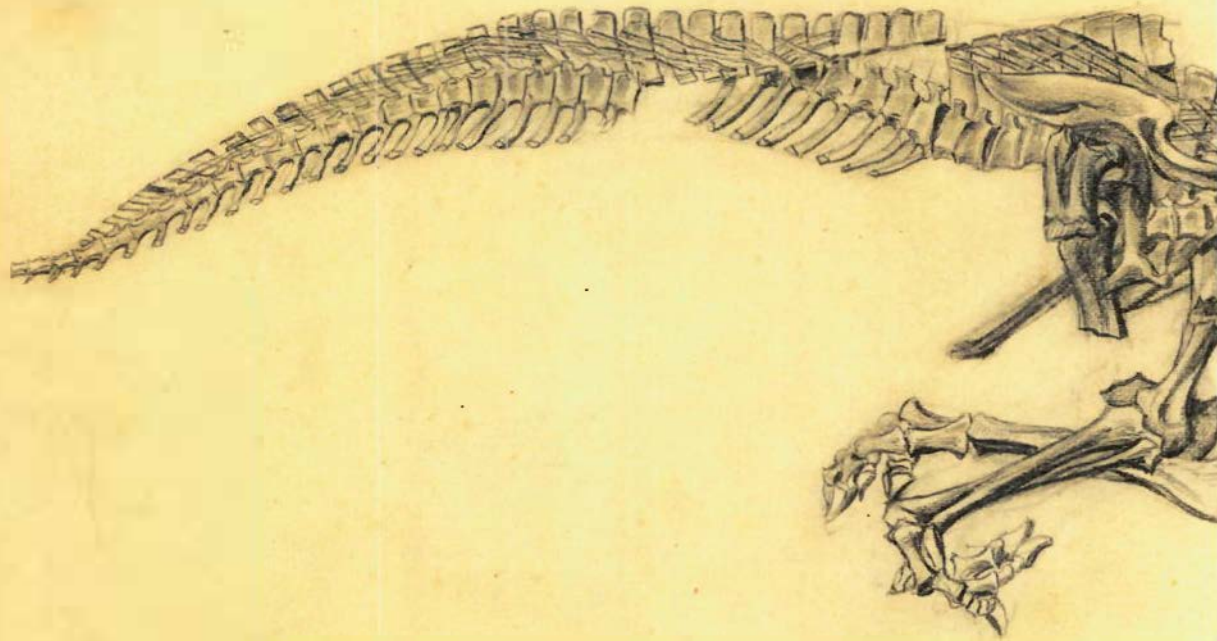
De viervoeterhouding verklaart ook de vorm van zijn armen en handen. De armen van volwassen iguanodons zijn relatief lang, ongeveer driekwart van de beenlengte. Bij de grootste en dus oudste exemplaren zien we verbeend kraakbeen ter hoogte van schouders en de borstkas. Die lichaamsdelen werden dus goed gebruikt. De pols is ook heel robuust en de botten zijn 'samengesmolten', waardoor ze een heel stabiele structuur vormen. Die kon het voorste deel van het dier gerust dragen.

De iguanodons staan nog altijd in de historische en dus foute opstelling. Zo zien de bezoekers de vooruitgang in de kennis.



Rond het meer van Bernissart
leefde een tweede iguanodonachtige:
de mantellisaurus





Iguanodon mantelli
Plan 13. T. Cope E

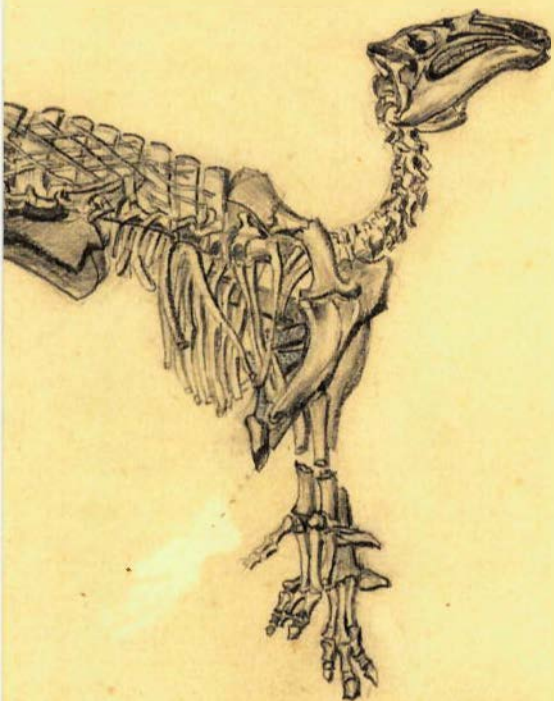
In de handpalm zien we lange beenderen (middenhandsbeenderen) die de drie centrale vingers ondersteunen en die aaneengeplakt zijn en weinig flexibel. De uiteinden van die drie centrale vingers lijken op kleine hoeven. Het ziet ernaar uit dat het dier zich op die vingers afduwde om te lopen. Ze dienden dus niet om iets vast te grijpen. De duim is dan weer geëvolueerd tot een indrukwekkend kegelvormig uitsteeksel. Hij was bedekt met een laag hoorn, in puntvorm: een geducht wapen tijdens gevechten met roofdieren. De vijfde vinger is opvallend lang en soepel en diende duidelijk om bladeren van de takken te trekken. De hand van de iguanodonts

vervullen dus drie totaal verschillende functies. Weinig dieren vandaag hebben een hand die zo gespecialiseerd is. De jonge iguanodonts spendeerden, door hun kortere en minder robuuste armen, meer tijd op hun twee benen dan de volwassenen. Toch hielden ook zij hun wervelkolom horizontaal, de lange staart als tegengewicht.

Kleine Mantellisaurus

De tweede iguanodontachtige rond het moeras van Bernissart was *Mantellisaurus atherfieldensis*. We hebben één compleet skelet en twee gedeeltelijke. *Mantellisaurus* lijkt sterk op *Iguanodon*, maar is veel kleiner:

Mantellisaurus atherfieldensis, oorspronkelijk *Iguanodon mantelli*, getekend door Gustave Lavalette.



hooguit 6 meter lang en maar zo'n 750 kilogram zwaar. Zijn armen zijn proportioneel korter, ongeveer de helft van de lengte van de achterpoten. Waarschijnlijk was *Mantellisaurus* een tweevoeter. Sommige paleontologen dachten dat *Mantellisaurus* een wijfje of een jong individu van *Iguanodon bernissartensis* was, maar histologisch onderzoek – naar groeipatronen – toont mooi aan dat het volwassen exemplaren waren. Meer nog, de morfologische verschillen die we zien, met name in de structuur van de hand, zijn moeilijk te rijmen met verschillen tussen mannetjes en vrouwtjes.

Iguanodons waren zeker niet de enige dinosauriërs

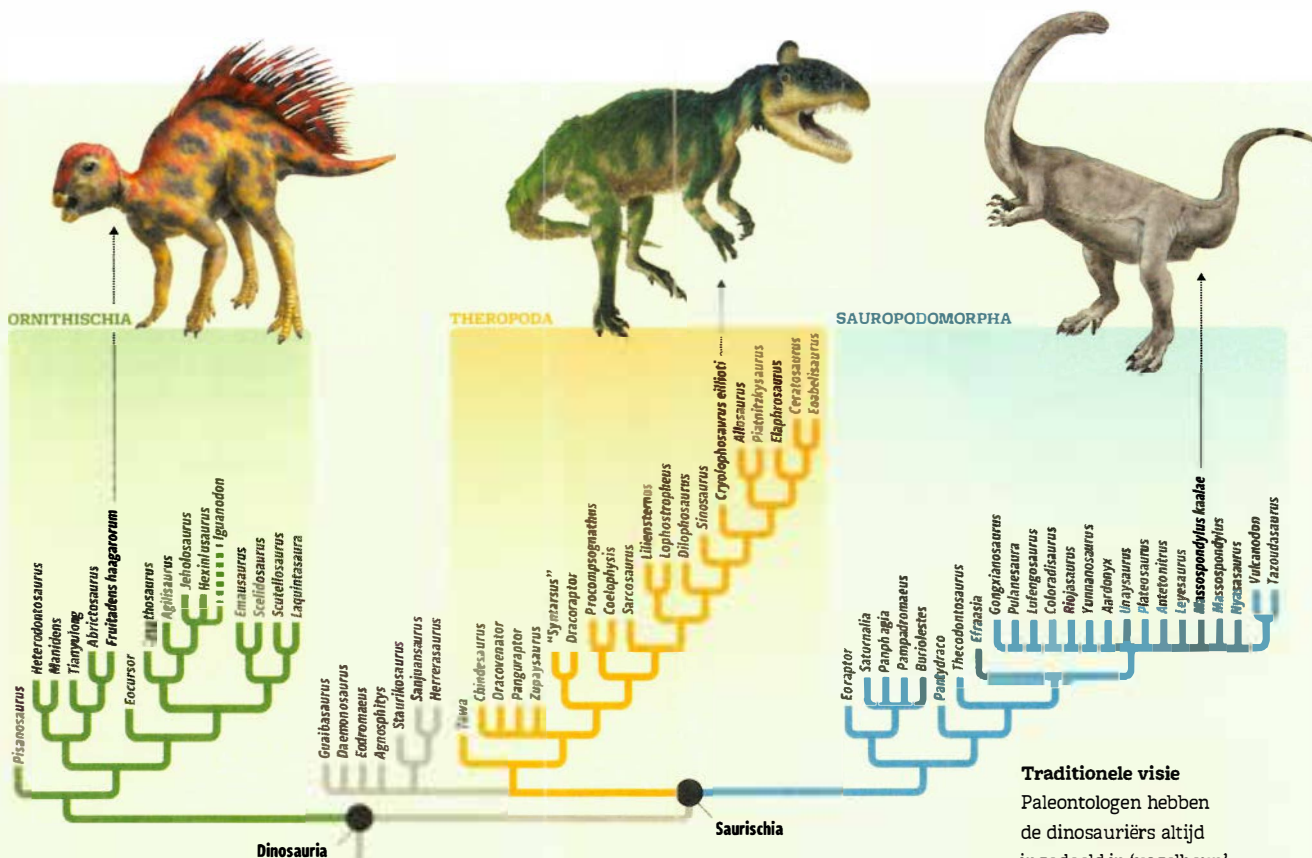
in en rond Bernissart 125 miljoen jaar geleden. In de 'cran met iguanodons' is ook een vingerkootje van een vleesetende dinosauriër gevonden. Het botje behoorde waarschijnlijk toe aan een verwant van *Megalosaurus*, een van de vijanden van de iguanodons. In Baudour, een paar kilometer van Bernissart, is een scheenbeen van een sauropode gevonden, een planteneterende dinosauriër op vier poten, met zijn typische lange nek, en proportioneel kleine schedel, verwant aan *Diplodocus*.

Succesvolle eendenbekken

De Yixian-formatie in het noordoosten van China is van dezelfde periode als de wealdiaan-klei van Bernissart. De voorbij twintig jaar hebben de meersedimenten er een ongelooflijk rijke verzameling goedbewaarde fossielen opgeleverd. Het is het eldorado voor paleontologen. Hier zijn de meeste gevederde dinosauriërs gevonden. De vondsten tonen voor eens en voor altijd aan dat de vogels van kleine vleesetende dinosauriërs afstammen en dat de meest van die vliegende vleeseterjes bedekt waren met minder of meer ontwikkelde veren.

In de Yixian-formatie zijn ook een paar mooi bewaarde skeletten van iguanodonachtigen ontdekt: *Jinzhousaurus yangi* en *Bolongyixianensis*. Ze lijken heel goed op de iguanodons van Bernissart, maar er zijn een paar kleine maar belangrijke anatomische verschillen: hun tanden zijn wat smaller en hebben een eenvoudiger structuur, de botten van hun pols zijn niet aaneengeklonken en hun duim vormt geen kegelvormig steekwapen. Het zijn de primitiefste vormen van een groep binnen de *Iguanodontia* die we de hadrosauriërs noemen, of eendenbekdinosauriërs.

Tijdens het krijt namen de hadrosauriërs stap voor stap alle continenten in, ook Antarctica, en werden overal zo'n beetje dé dominante planteneterende dinosauriërs. Hun succes is voor een groot stuk te verklaren door hun hypergespecialiseerd gebit. Ze hadden nog veel meer tanden dan de iguanodons, en die hadden een eenvoudiger structuur. De kaken van sommige verder geëvolueerde hadrosauriërs bevatten een batterij met tot vijf generaties tanden bijeengepakt. Een ware machine om planten te vermalen, ongezien in het dierenrijk. Op de schedel van sommige hadrosauriërs stond een benige kam – hol of massief – die als klankkast diende of als visueel signaal. Hij suggereert dat deze dinosauriërs een vergevorderd sociaal leven hadden ontwikkeld. ■



Traditionele visie

Paleontologen hebben de dinosauriërs altijd ingedeeld in 'vogelheup'-dino's, *Ornithischia*, en de 'hagedisheup'-dino's, *Saurischia*, die de theropoden en de sauropodomorfen omvatten.

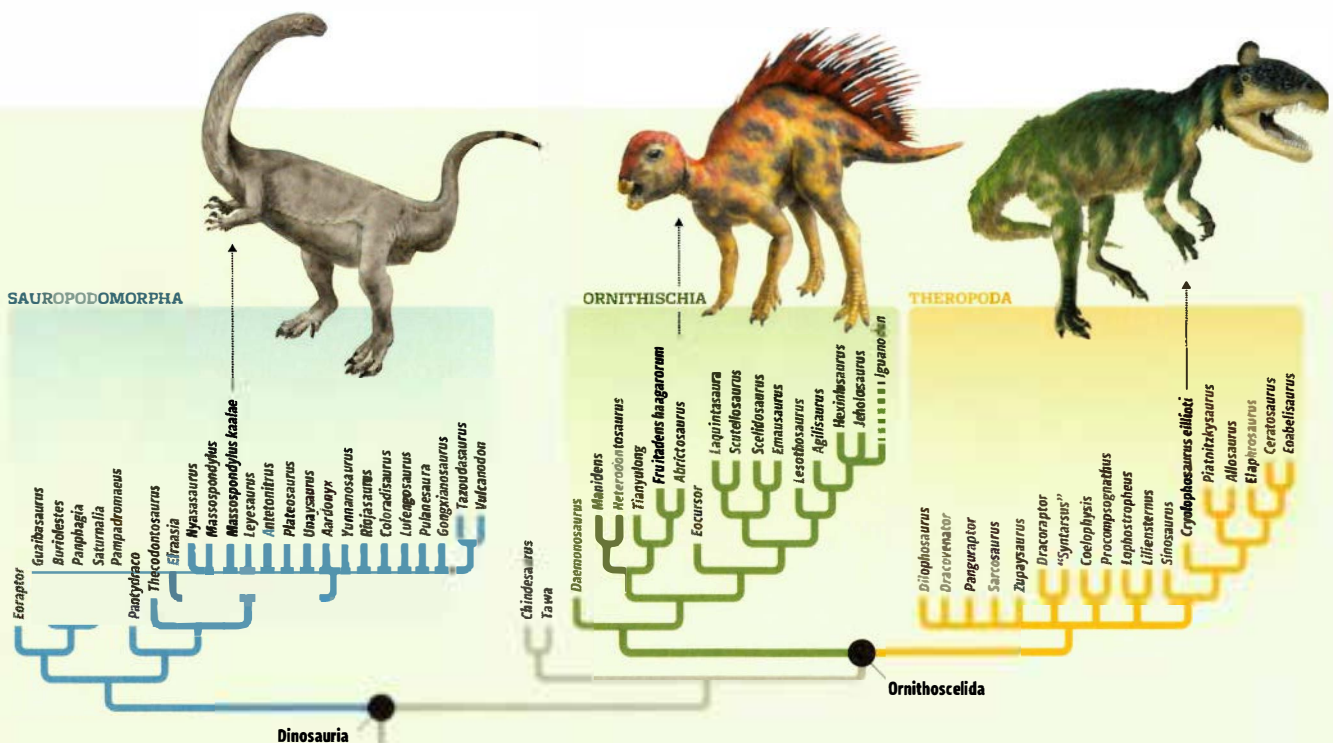
FAMILIERUZIE

Het is misschien wel het meest verhitte debat in het onderzoek naar dinosauriërs: de plaats van theropoden, sauropodomorfen en ornithischiers in de familiestamboom.

In 1887 overschouwde de Britse anatoom Harry Govier Seeley de overvloed aan nieuwe fossielen uit Europa en het westen van Amerika en oordeelde dat je dinosauriërs kon indelen in twee types op basis van de structuur van hun heupbeenderen. Theropoden en sauropodomorfen hebben een schaambeen dat naar voren wijst, zoals de huidige hagedissen. Dus plaatste hij beide in een groep genaamd saurischiers, de soorten met een 'hagedissenheup'. Ornithischiers, met hun schaambeen naar ach-

teren, zoals de huidige vogels, waren dan de andere tak van 'vogelheup'-dinosauriërs.

Die tweedeling hebben ikzelf en alle andere dinojagers altijd geleerd als student. Mogelijk is ze fout. Een studie in *Nature* in 2017 legde een bom onder die traditionele classificatie. Matthew Baron, doctoraatsstudent van University of Cambridge, en onderzoeksleiders David Norman en Paul Barrett, presenteerden een nieuwe stamboom gebaseerd op een analyse van een enorme dataset van vroege dinosauriërs en hun anatomische kenmerken. Hun familiestamboom brengt de theropoden en de ornithischiers samen in een groep die ze *Ornithomischida* noemen. Sauropodomorfen plaatsen ze op een aparte tak. In hun visie is het niet meer saurischiers



Nieuwe hypothese

Volgens een recente analyse van dinosaurussenmerken behoren theropoden en ornithischiers tot een groep die de naam *Ornithoscelida* kreeg. Sauropodomorfen zijn een aparte tak.

versus ornithischiërs, maar ornithoscelidiërs tegenover sauropodomorfen.

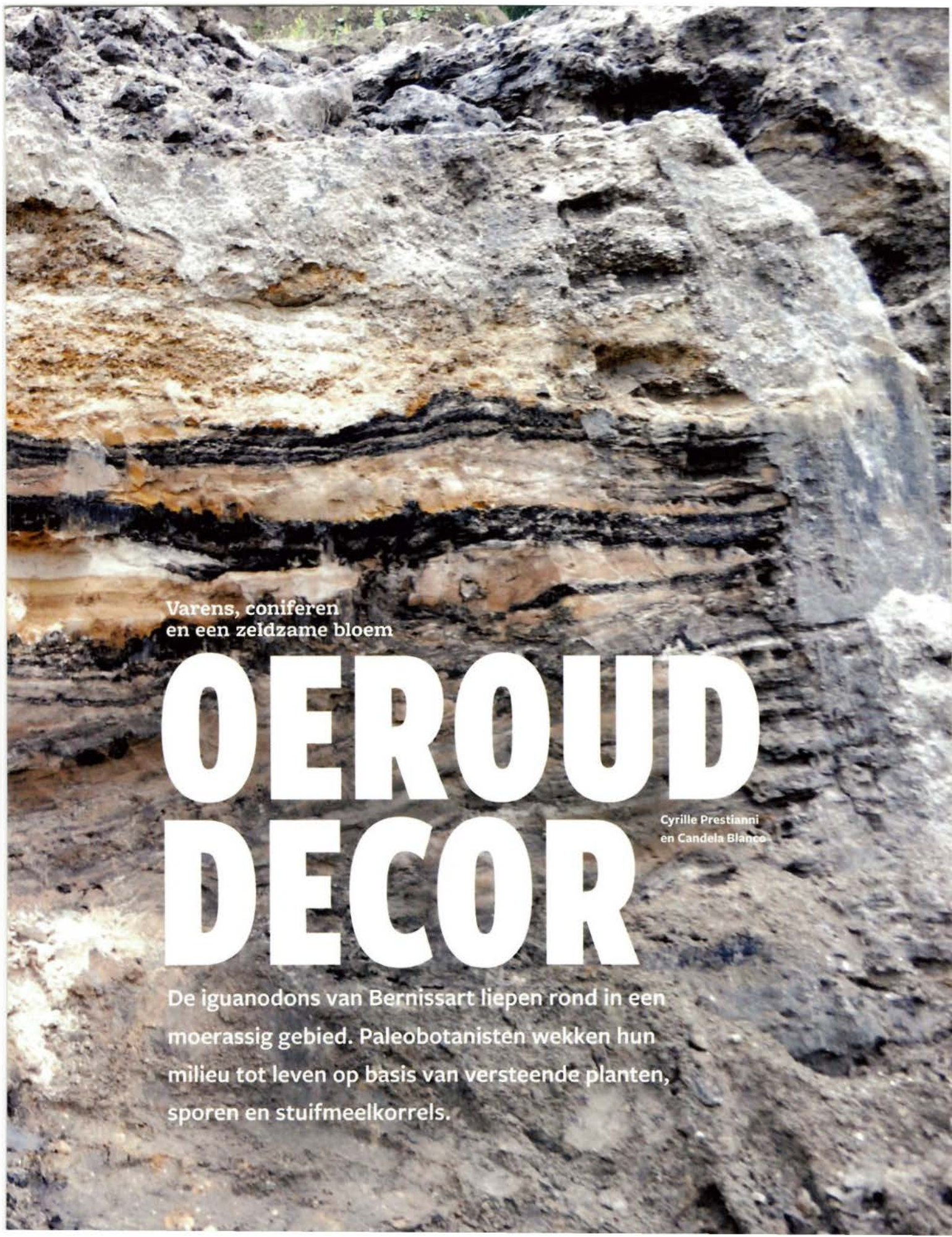
Of toch niet? Kort na Barons studie contacteerde de Braziliaans paleontoloog Max C. Langer me. Hij beschreef de voorbije tien jaar een hele reeks nieuwe dinosaurussachtigen uit het trias van zijn thuisland. *Ixalerpeton* en *Saturnalia* zijn er twee van. Langer stond sceptisch tegenover de nieuwe stamboom en stelde een team van experts in vroege dinosauriërs samen om Barons dataset opnieuw te bekijken. Een maand lang kamden we door de gegevens en noteerden we verschillende twistpunten over de manier waarop het andere team bepaalde kenmerken had gedefinieerd. We lieten de computer opnieuw de analyse doen van de kenmerken maar dan met onze correcties. De familiestamboom schoof weer

op naar saurischiiërs versus ornithischiiërs, maar statistische tests toonden wel aan dat die indeling niet significant beter was dan Barons voorstel. We publiceerden onze bevindingen in het oktobernummer van *Nature*.

Paleontologen hebben vandaag nog geen goed begrip van de basisvorm van de dinostamboom. Het lijkt erop dat de vele ontdekkingen in de voorbije vijftien jaar het beeld hebben vertroebeld. We beseffen nu dat de vroegste leden van de drie grote lijnen van dinosauriërs heel soortgelijk waren in lichaamsgrootte en anatomie. Hun onderlinge relaties zijn moeilijk te ontwarren. De puzzel ligt op tafel en het is aan de volgende generatie paleontologen om ze op te lossen. De ruzie wordt allicht beslecht zoals gewoonlijk: met nieuwe fossielen. – Steve Brusatte

Een laag met verkoold
organisch materiaal, in
de groeve van Hautrage,
vlak bij Bernissart.
Paleobotanisten juchten
als ze dit zien: historische
bosbranden leveren vaak
goede plantenfossielen op. Die
vertellen ons meer over de
begroeiing van toen.





Varens, coniferen
en een zeldzame bloem

OERROUD DECOR

Cyrille Prestianni
en Candela Blanco

De iguanodons van Bernissart liepen rond in een moerassig gebied. Paleobotanisten wekken hun milieu tot leven op basis van versteende planten, sporen en stuifmeelkorrels.

Een omgeving van miljoenen jaren geleden reconstrueren is geen makkie. En hoe verder je in de tijd teruggaat, hoe moeilijker en hoe minder precies. Geologische processen wissen steeds meer gegevens. De omgevingen van het cambrium – 540 tot 485 miljoen jaar geleden – kennen we minder goed dan die van het mioceen, dat nog geen 23 miljoen jaar geleden begon.

Hoe oud zijn de sedimenten? Welk klimaat heerste er? Welke planten groeiden er en welke dieren liepen erdoorheen? Om inzicht te krijgen in een 'versteend ecosysteem' heb je wetenschappers uit verschillende disciplines nodig: geologen, paleontologen, geochemici, ... Soms halen ze uit hetzelfde materiaal andere informatie. En dat is goed: het levert een objectievere kijk op een verdwenen omgeving.

Een meer in een vallei

Bernissart vandaag, met zijn akkers en oude fabrieksgebouwen, lijkt in niets op hoe het er 125 miljoen jaar geleden uitzag. Maar in de ondergrond van Bernissart en van naburige locaties, zoals Hautrage en Baudour, zitten aanwijzingen. De mijnen zijn gesloten, dus het geologische werk moet vandaag met boorkernen gebeuren. Die tonen aan dat de iguanodons in heel fijne en compacte klei lagen. De samengedrukte klei wijst op een ingesloten meer met kalm water, allicht moerassig. Een vredige plek, zou je denken, maar de modderige bodem was als drijfzand. Pech voor iguanodons die erin vastraakten en wegzonken, maar goed voor het fossiliseringsproces: het sloot de karkassen snel af van lucht, waardoor ze zo uitstekend bewaard bleven.

Het bekken van Bergen was toen een grote paleovallei, op een oost-westas. Door de vallei stroomde een breed meanderende rivier die naar het westen liep. Kleinere rivieren doorsneden het landschap om zich in de hoofdrivier te storten. Ze voerden daarbij veel sediment aan. In het zuidelijke stuk van de vallei lagen her en der meren (vandaag 'crans'). Bernissart was er een van.

Stuifmeel verklaapt ouderdom iguanodons

Geologen delen de ondergrond in eenheden in: formaties. Die verdeling, gebaseerd op kenmerken van het gesteente, dient om verschillende vindplaatsen onderling in verband te brengen. Laag op laag krijg je een 'lithostratigrafische' schaal: een overzicht van de *relatieve* ouderdom van de gesteenten. Maar vaak krijg je 'diachronisme'. De wealdiaanlaag van het bekken van Bergen is volgens deze methode in het oosten gedateerd op het barremiaan en in het

westen op het albiaan. Je hebt dus nog andere dateringsmethoden nodig.

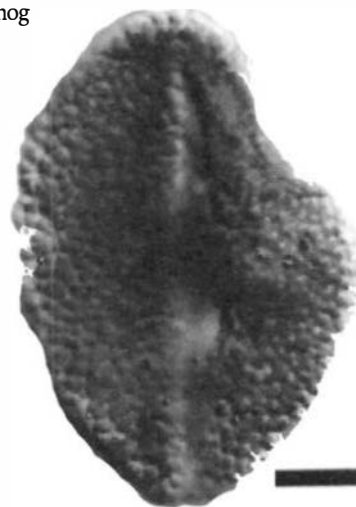
Samen met de sedimenten zijn tal van biologische resten afgezet: kleine ongewervelden, micro-algen, sporen of stuifmeelkorrels. Die fossiliseerden en hun opeenvolging geeft wetenschappers vandaag een 'biostratigrafische' schaal. In de Sint-Barbara-formatie in Bernissart sloot de kleilaag de resten hermetisch af van lucht, waardoor ze niet oxideerden en perfect bewaard bleven.

In continentale milieus gebruiken we vooral de stuifmeelkorrels en sporen om de ouderdom van de sedimenten te determineren. In Bernissart geeft het stuifmeel van *Stellatopolis* een precieze relatieve ouderdom: tussen het midden-barremiaan (128 miljoen jaar geleden) en het onder-aptiaan (124,5 miljoen jaar geleden). Dit interval beschouwen geologen en paleontologen als de ouderdom van de iguanodons van Bernissart.

Stellatopolis vertelt ons ook een en ander over de evolutie van planten. De vorm en structuur van het stuifmeel doet denken aan die van *Lilliaceae*, *Euphorbiaceae* en *Buxaceae*. *Stellatopolis* was in deze streek een van de eerste bloemplanten (bedektzadigen). De oorsprong van de bloemplanten is momenteel voorwerp van hevig debat onder wetenschappers, zelfs na bijna 150 jaar onderzoek.

Nuttig stof

In bepaalde periodes in het jaar zit de atmosfeer vol sporen en stuifmeelkorrels, die meegevoerd worden



Stuifmeelkorrel van het geslacht *Stellatopolis*. Het zou het oudste spoor van een bloemplant kunnen zijn uit België. Schaal: 10 µm.

Alsof je midden in het meer staat:
de beplanting rond het water zie je
scherp, maar verderop wordt het
steeds waziger

door de wind. Ieder spoor en elke stuifmeelkorrel behoort tot een specifieke plant of plantenfamilie. Die microscopisch kleine resten zijn hard en fossiliseren heel gemakkelijk. Palynologen bestuderen dat ‘stof’ (betekenis van ‘*palynos*’) en hun verspreiding in de sedimenten. Zo kunnen ze de planten ‘terugplaatsen’ in het decor. Omdat de microresten vaak over grote afstanden zijn meegevoerd, geven ze zelfs een idee van het regionale ecosysteem.

In de lagen waarin de iguanodons van Bernissart gevonden zijn, vinden we een heel diverse en prachtig bewaarde verzameling ‘stof’. De meeste resten komen van varens waaronder boomvarens. Die laatste vinden we vaak terug in het sediment van Bernissart. De varens moeten meteen rond het meer hebben gestaan. Stuifmeel van coniferen is dan weer veel minder sterk aanwezig, en nochtans produceren de bomen er veel. Het suggereert dat de ‘naaldbomen’ verderop groeiden, wellicht op de heuvels, in drogere grond. Hun stuifmeelkorrels zijn maar een beetje meegevoerd door wind en water. Van *Stellatopolis* en primitieve bloemplanten vinden we het minste sporen terug. Ze waren 125 miljoen jaar geleden nog maar bescheiden aanwezig in het milieu.

Versteende bladeren

Veel fragieler en minder makkelijk te vinden dan het fossiele stuifmeel zijn de macrofossielen van planten. Denk aan versteende bladeren, sporenhouders of stengels. Die zijn over een veel kleinere afstand meegevoerd en geven een preciezer beeld – vaak op soortniveau – van de erg plaatselijke diversiteit aan planten.

In de groeve van Danube-Bouchon, in Hautrage, niet zo ver van Bernissart, vind je ook afzettingen van het wealdiaan, maar ze zijn nu eens fijn en dan weer korreliger. Die typische afwisseling wijst op verschuivende meanders van een middelgrote rivier. De omgeving van Hautrage was dus minder kalm dan in Bernissart. Het wilde water voerde stukken boomstammen en takken mee vanaf de hogergelegen delen van het landschap. Die fossielen geven een beeld van de vegetatie op de naburige heuvels.

We beschikken over duizenden grotere plantenresten die verzameld zijn toen de iguanodons werden opgegraven in Bernissart. Ze zijn allemaal verkoold en daardoor vaak heel goed bewaard. Om het decor te kunnen reconstrueren moeten we net zoals met de sporen en het stuifmeel de kwalitatieve gegevens (plantennamen) combineren met de kwantitatieve (aantal en grootte van de planten).



Onychiopsis psilotoides. Boomvarens zijn vandaag zeldzamer dan in de tijd van de iguanodons in Bernissart. Schaal: 5 mm.

Varens overal

Wat opvalt in de fossiele plantencollectie uit Bernissart: één soort vertegenwoordigt 98 procent van de hele verzameling: *Weischselia reticulata*. Je herkent de varen heel makkelijk aan de geschrante pinnules (blaadjes van de derde orde) en hun typisch verknoopte nervatuur. De bladschijven vormen indrukwekkende bogen en konden meer dan een meter breed worden. *Weischselia* had een korte stam die de plant er als een kleine struik deed uitzien. Ze behoort tot de familie van de *Matoniaceae* en lijkt wat op de huidige nazaten van die groep, de *Matonia*, met soortgelijke bladschijven, maar dan in het klein. *Weischselia* tierde welig rond het meer van Bernissart.

Ander lid van die familie, en ook overvloedig aanwezig: *Phlebopteris dunkeri*, met zijn lange pinnules. Deze wordt vaak samen met *Weischselia* gevonden in het sediment, dus bezetten ze allicht samen de randen van het meer.

Iets verderop, in de drogere zones, moet de varen *Cladophlebis dunkeri* hebben gestaan. Haar bladschijven zijn onderling heel verschillend, afhankelijk van hun positie. Omdat we maar kleine fragmenten hebben, zijn in het verleden stukken van de plant verkeerdelijk aan andere en nieuwe soorten toegeschreven. Een Amerikaanse onderzoeker, W. M. Fontaine, liet zich eind negentiende eeuw helemaal gaan en creëerde niet minder dan honderd verschillende soorten binnen het geslacht *Cladophlebis*. Huidige verwanten zijn de koningsvarens (*Osmonda*).

Er moeten in Bernissart ook boomvarens hebben gestaan van de familie *Dicksoniaceae*. De soort *Onychiopsis psilotoides* komt alvast voor in de assemblage. Je herkent ze aan de fijne pinnules. Ook de vruchtbare delen van deze kleine boomvarens zijn gevonden. Vandaag vind je nog weinig boomvarens, maar in de tijd van Bernissart waren ze behoorlijk courant. *For the record*: naast al deze soorten vinden we ook nog varens van de families *Schizeaceae*, *Dipteridaceae* en *Gleicheniaceae*.

In de schaduw van de varens vinden we onderdelen van zaadplanten: blaadjes van palmvarens en erg zeldzame resten van coniferen. Die planten moeten gezien hun beperkte aantal fossiele resten verder van het meer van Bernissart hebben gestaan.

De macrofossielen die zo'n 125 miljoen jaar geleden in het meer fossiliseerden, bieden een heel precies beeld van wat in de directe omgeving groeide. Vergelijk het met de blik van iemand die midden in het meer staat: de beplanting direct rond het water ziet hij heel scherp,



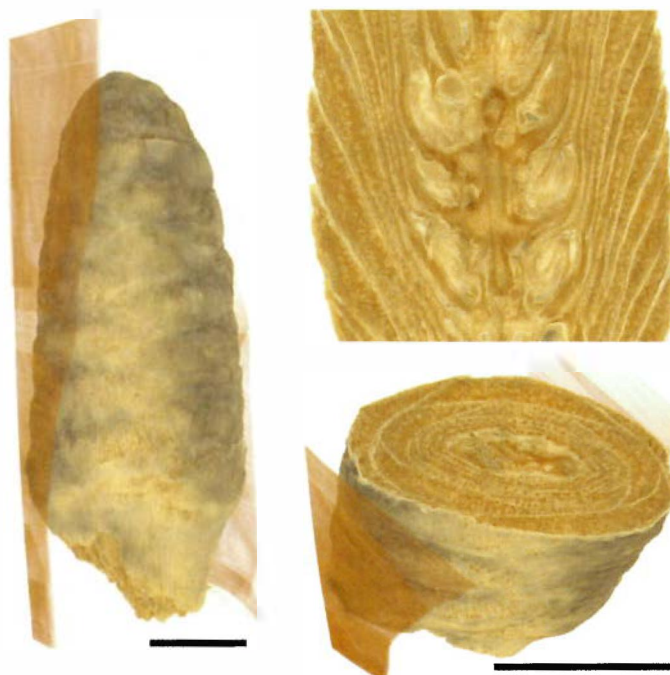
maar hoe meer zijn blik zich verwijderd, des te waziger het beeld wordt.

Coniferenbos van Hautrage

Hautrage was helemaal anders, met sterk stromende rivieren die hele bomen konden meesleuren. De dikke zand-en-kleilagen, die je in de groeve duidelijk kunt zien, zitten vol van stammen, die vandaag bruinkool zijn geworden. Voor de bewaring van de delicate varens is zo'n actieve rivier allesbehalve ideaal. Maar naast de gefossiliseerde boomstammen hebben we toch heel kleine stukjes plant kunnen bestuderen.

Al het hout behoort tot de coniferen, van deze vijf geslachten: *Brachyoxylon*, *Podocarpoxylon*, *Sequoiioxylon*, *Taxodioxylon* en *Thuioxylon*. Drie andere stukken hout konden niet op geslachtsniveau worden gede-termineerd maar behoren binnen de coniferen tot de dennenfamilie (*Pinaceae*). Van die dennen hebben we ook gefossiliseerde dennenappels gevonden, die tot het vandaag uitgestorven geslacht *Pityostrobus* behoren.

De varen
Weischselia
reticulata tierde
welig rond
het meer van
Bernissart.



CT-scan van een dennenappel van *Pityostrobus villerotensis*. Op de figuur rechtsboven zie je de zaadschubben en (in het midden) hun zaden. Schaal: 5 mm.

Het benedenkrijt is een bijzondere periode in de evolutie van coniferen. Ze waren al verschenen aan het einde van het carboon (in het perm, 260 miljoen jaar geleden), maar bereikten hun grootste diversiteit in het krijt. De dennenfamilie in het bijzonder, die vandaag het grootste aantal soorten kent, is dan nog volop aan het diversifiëren. Dat zien we aan de honderden gefossiliseerde dennenappels van verschillende soorten die we op allerlei plaatsen in België vinden. De honderden dennenappels uit het wealdiaan in België worden momenteel bestudeerd in het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen.

De coniferendiversiteit vinden we ook terug in de mesofossielen: kleine gebroken fragmentjes die her en der in het sediment zitten, groter dan stuifmeel, kleiner dan macrofossielen. De duizenden plantenresten van Hautrage wijzen op een grote diversiteit: veel varens – vooral *Weichselia reticulata*, *Phlebopteris dunkeri* en *Gleichenites nordenskiöldii* – en naaktzadigen. Die laatste waren nog meer aanwezig in assemblages en waren heel divers.

Op de heuvels en in de drogere zones verderop van Bernissart waren er dus heel diverse coniferenbossen, met behoorlijk veel bomen uit de dennenfamilie (*Pinaceae*).

Vriend van het vuur

Dat er houtskool zit in bijna de hele boorkern die in Bernissart is uitgevoerd, wijst erop dat er geregeld branden waren in de regio. Het vuur verspreidde zich tot diep in de vallei, want er zijn ook veel verkoolde resten van varens gevonden. Historische bosbranden zijn *a paleobotanist's best friend*, want ze bevorderen het fossiliseren van plantenresten.

De verkoolde fossielen wijzen erop dat het hier in het benedenkrijt warm en droog was. En dat stemt ook overeen met het vegetatietype dat we in Bernissart aantreffen. Maar onder meer geochemisch onderzoek moet de evolutie van het klimaat in het verleden verder aandikken met bewijs. Een hoofdstuk dat voor Bernissart nog moet worden geschreven. ■

COLD CASE

HEROPEND

SLACHTOFFER:

Iguanodon

PLAATS DELICT:

Bernissart, België

DÓODSÓORZAAK:

Moergas?

TÍJDSTIP, MÓORD:

125 miljoen jaar geleden



OPMERKINGEN:

*Shipmoordenaar sloeg minstens
vier keer toe...*

Cold case Bernissart

Oude moordzaak HEROPENDE

Hoe komt het dat zoveel iguanodons samen zijn gevonden? In 140 jaar passeerden al veel dodelijke scenario's de revue. Wetenschappers herbekijken het dossier en stellen vast dat een moerasgas de iguanodons kan hebben vergiftigd.

Jean-Marc Baele, Séverine Papier,
Thierry Martin en Olivier Kaufmann

Sinds de vondst van de iguanodons in Bernissart regende het wetenschappelijke hypotheses over de omstandigheden van hun dood: ze raakten vast, ze stierven een natuurlijke dood, ze verdronken door hoog water, ze vielen van een klif, ze hebben elkaar gedood ... De 'vallei van de iguanodons', een beeld dat al bij de ontdekking omstreden was, inspireerde tot de meest extravagante verhalen. Hoe fantasievol die reconstructie van het leef- en sterfmilieu van de iguanodons ook was, ze is niet helemaal verzonnen.

De iguanodons zijn namelijk gevonden in een kleimassa die een v-vormige sleuf in de steenkoollagen vult: de 'cran met de iguanodons'. Die sleuf vormde de inspiratie voor de 'vallei van de iguanodons', vooral omdat ze naar het noorden leek door te lopen. Maar dat is niet zo: de sleuf is wat mijnwerkers een 'cran' noemen en geologen een 'natuurlijke put'. Het begrip 'cran' had bij de mijnwerkers een ruimere betekenis; het omvatte ook andere verstoringen in de steenkoollagen.

Zinkgaten

Natuurlijke putten zijn ontstaan na een instorting: ze zijn verticaal of ietwat schuin en cirkelvormig tot elliptisch

en hebben een doorsnede van enkele tientallen tot meer dan honderd meters. Ze doorboren letterlijk de lagen en zijn meestal gevuld met blokken en stukjes ingestort leisteen en koolzandsteen (breccië), maar ook recentere grond die zich dichterbij het oppervlak bevond.

In het steenkoolbekken van Henegouwen en Noord-Frankrijk zijn honderden van die putten geteld. Vandaag weten we zeker hoe ze ontstaan zijn, vooral na de proefboring in de jaren 1980 in Saint-Ghislain, buurgemeente van Bernissart. Onder de steenkolenlagen, tussen 1 en 2 kilometer onder het oppervlak, liggen er dikke kalkformaties uit het carboon. Die bevatten lagen anhydriet, een heel oplosbaar mineraal dat uit calciumsulfaat bestaat.

Doordat dit anhydriet in de loop van de geologische tijd oploste – en dat doet het waarschijnlijk nog – ontstonden er diep onder de grond zinkgaten. Mettertijd zakt het gewelf van zo'n zinkgat in, zodat er een nieuw iets hoger gelegen zinkgat ontstaat. Dit proces herhaalt zich en zo stijgen zowel het gewelf als de bodem, waardoor het zinkgat geleidelijk naar boven opschuift. Bij sommige natuurlijke putten wordt de diameter van het gewelf steeds kleiner, tot het uiteindelijk stabiel is. Dat zijn 'blinde' putten. Bij andere

blijft de diameter gelijk: vroeg of laat komen ze aan het oppervlak en vormen ze een gat in de grond.

Trechter

De cran met de iguanodons heeft een uniek kenmerk, dat mijnwerkers al in de negentiende eeuw hadden opgemerkt: bovenaan is hij breder dan onderaan en in oost-westprofiel lijkt hij meer op een open breuk of op een trechter dan op een cilindervormige put. In bovenaanzicht is hij niet volledig gesloten en vormt hij een lange van noord naar zuid gerichte insnijding. Het punt waar de cran begint, ligt tientallen meters dieper dan de toplaag van de steenkoolader. Dat wijst op een breuk, en verklaart de langgerekte vorm van noord naar zuid. Het wijst er ook op dat in dit gebied veel grote grondverzakkingen van allerlei slag optraden. Dat zien we ook aan de volledig vervormde steenkooladers in de hele sector en aan een andere natuurlijke put in de buurt.

De 'trechtersvorm' van de cran met de iguanodons, waarover de mijnwerkers zich verbaasden, is van het grootste belang voor ons onderzoek. Die vorm komt heel vaak voor bij instortingen in karst- of mijngebieden. Tijdens het benedenkrijt vonden zulke instortingen plaats in Bernissart. De put waarin de iguanodons liggen, is bewaard gebleven. Waarschijnlijk is dit de enige plaats van alle geëxploreerde zones van het Frans-Belgische steenkoolbekken waar het hele systeem van de instorting gefossiliseerd is.

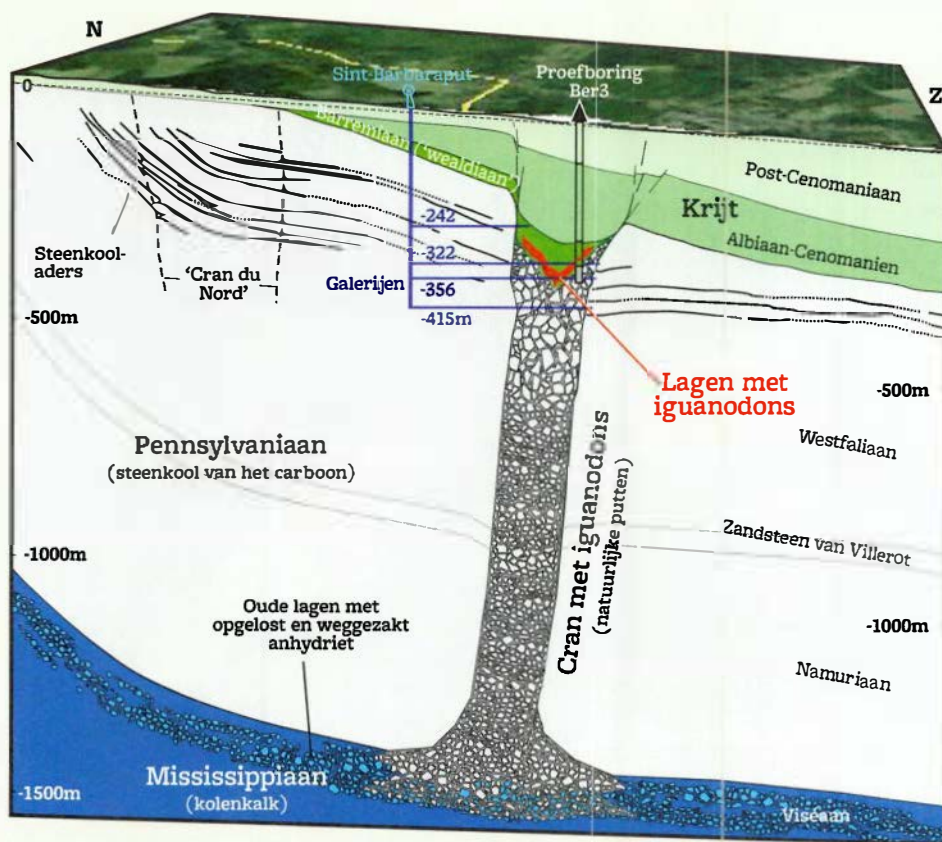
De wealdiaan-klei, waarvan alleen het onderste deel fossielen bevat, bestaat uit meerafzettingen die de holte opvulden die een ingestorte natuurlijke put achterliet aan het oppervlak. Anders gezegd: de bodem aan het oppervlak is eerst wat verzakt en kort daarna heeft zich de laag met de iguanodons gevormd. De fijnelaagde klei vertoont heel wat sporen van bodemverzakkingen in de richting van het midden van de natuurlijke put, wat aantoont dat er nog instortingen plaatsvonden tijdens de afzetting van de klei. Ook de variaties in de dikte en de hellingsgraad van de kleilagen – te zien op de oude opgravingsplannen en op de in 2002-2003 genomen boorkernen – zijn te verklaren door de werking van een natuurlijke put tijdens de vorming van de meerafzettingen waarin de iguanodonkrenge terecht kwamen.

Een computermodel van de vindplaats, gemaakt voor het onderzoeksproject Cold Case (gefinancierd door Belspo), leidde tot meer inzicht in de geometrie van de cran en in de sedimenten die hem opvulden. In dat model zijn de kleinste details opgenomen, tot en met de juiste plaats van de fossiele





Met een computermodel
reconstrueerden onderzoekers de
geometrie van de put. Ook de precieze
plaats en positie van de fossiele
skeletten konden ze traceren.



Hypothetisch geologisch profiel dwars door de 'Cran met iguanodons' en de onderliggend gesteente. De natuurlijke put is begonnen in de kalklagen onder de steenkoollagen, waar de lagen met calciumsulfaat (anhydriet) oplosten. Daardoor ontstonden holtes, die dan later inzakten. Die verzakkingen vormen de natuurlijke put. Ook de steenkooladers zijn zo vervormd geraakt. De in de natuurlijke put terechtgekomen klei stamt uit het benedenkrijt (barremiaan) en bevat fossielen.

skeletten. Het brengt ook alle mijnbouwkundige en geologische gegevens bij elkaar, die via een database raadpleegbaar zijn. De 2D- en 3D-beelden die ermee gegenereerd worden, zijn bruikbaar voor de wetenschap, of als illustratie voor het grote publiek.

Massasterfte

Welke scenario's kunnen verklaren waarom er zoveel dinosaurussen opeengestapeld liggen in de ondergrond van Bernissart? Op basis van solide argumenten uit de tafonomie, de wetenschap van gestorven organismen, moeten we de vroeger geopperde hypothesen verwerpen.

De bijzondere geologie en omgeving van Bernissart hebben zeker iets te maken met de massadood van de

iguanodons. De natuurlijke put speelde op zijn minst een 'passieve' rol. Uit de grote concentratie van fossielen blijkt dat dierenkrengen hier vlot terecht kwamen en goed bewaarden. Bovendien heeft het scenario waarbij de groep iguanodons werd uitgedund, zich minstens vier keer herhaald, want er zijn vier fossielhoudende lagen gevonden bij de opgravingen en bij de proefboringen meer dan een eeuw nadien.

Stille killer?

De vraag blijft: speelde de natuurlijke put ook een actieve rol? Wij voeren onderzoek naar natuurlijke processen die potentieel hele kuddes iguanodons konden uitroeien. We houden daarbij rekening met de chronologie: eerst heeft zich een natuurlijke put gevormd, de geologische gebeurtenis. Daarna zijn hele groepen dieren aan hun einde gekomen, de paleobiologische gebeurtenis.

Massasterftes komen heel vaak voor in de natuur, zelfs bij grote dieren. Dat blijkt uit een inventaris van de voorbije vijf jaar. Maar geen enkel gemeld geval komt overeen met dat van de iguanodons. Hoewel natuurlijke putten overal ter wereld voorkomen en vanzelfsprekend gevaarlijk zijn, lijken ze niet de oorzaak van massale sterfte bij dieren. In de natuur zijn

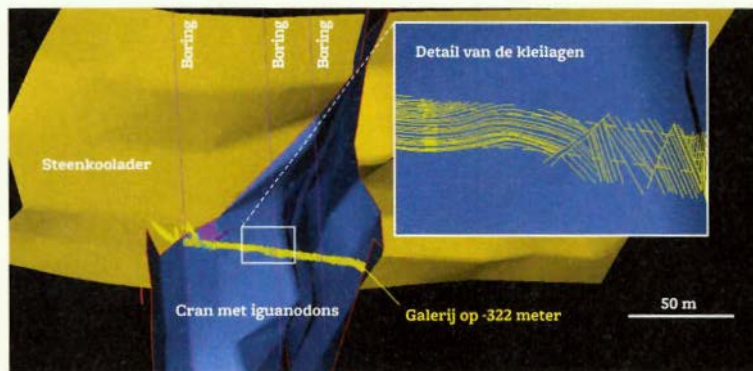
Zijn de iguanodons vergiftigd door moerasgas? Het vele pyriet in hun botten wijst in die richting

er wel veel voorbeelden van grote groepen dieren die sterven door vergiftiging door waterstofsulfide (H_2S) of door micro-organismen (biotoxines van blauwalgen, infecties van het type botulisme ...). Hier zouden geologische kenmerken die typisch zijn voor Bernissart duidelijkheid kunnen brengen. We weten dat er in de diepe lagen waarin de natuurlijke putten zich begonnen te vormen, oplosbaar calciumsulfaat zit. Daarom zijn we geneigd aan te nemen dat er in het meer van Bernissart opgeloste sulfaten en warmte vrijkwamen. Hoe die naar boven komen? De waterhoudende kolenkalklaag is geothermisch: in de put van Saint-Ghislain bedraagt de temperatuur van het met calciumsulfaat verzadigde water op 2.500 meter diepte 73 graden Celsius. Het geothermische water zit opgesloten en probeert te stijgen, maar de weinig doordringbare dikke lagen van het steenkoolbekken houden het tegen. Het water zoekt zich dan een weg via de natuurlijke put, of zelfs langs de vele barsten die ontstaan zijn door de grote verzakking van het steenkoolmassief, zoals het geval is in Bernissart.

Mijnwerkers merkten overigens systematisch op dat de rotsblokken in de natuurlijke putten bedekt waren met pyriet – ontstaan door de reactie tussen waterstofsulfide en ijzer – en calciet. We weten ook dat er tijdens het benedenkrijt in het noorden hogere heuvels waren, die dus de geothermische grondwaterlaag waarschijnlijk hoger deden stijgen, waardoor de sulfaathoudende vloeistoffen gemakkelijker naar boven kwamen. Zelfs al was de geothermische cocktail tijdens het opstijgen afgezwakt door chemische uitwisselingen of verliezen, kon hij, zodra hij aan het oppervlak kwam, cyanobacteriën doen gedijen, en vooral sulfaatbacteriën, die in een anoxisch milieu waterstofsulfide produceren.

Opstoot van moerasgas

Deze hypothese is nog niet bewezen, maar er zijn twee argumenten voor. Ten eerste bevat de wealdiaan-klei veel pyriet. De beenderen van de iguanodons zijn van dit mineraal doordrongen. En ten tweede gaf het gesteente in de steenkoolmijnen rond Bernissart zoveel waterstofsulfide vrij, dat mijngangen erg moeilijk verlucht konden worden. Toen al vermoedden geologen dat dit te maken had met sulfaten onder de steenkoollagen. Ook in de natuur is veel waterstofsulfide aanwezig. Het volstaat dat organisch materiaal terechtkomt in stilstaand water en zwavelbacteriën beginnen te gedijen, die dan waterstofsulfide produceren. Dit gebeurt typisch in een moeras of een heel



Voorbeeld van een 3D-reconstructie van de 'cran met iguanodons', met aanduiding van een steenkoolader (volgens de mijnbouwplannen) en van het profiel van de kleilagen op 322 meter diepte.

rustig meer, waarin het water laagjes vormt.

Meestal wordt het gas diffuus aangemaakt en blijft het in het sediment gevangen, waar andere bacteriekolonies het dan weer omzetten. Uit recente voorvallen van dodelijke H_2S -vergiftigingen blijkt dat er versterkende factoren nodig zijn: het gas moet voldoende geconcentreerd zijn, zich ergens kunnen ophopen en vooral plotseling vrijkomen. De natuurlijke put van Bernissart was door de fijne laagjes klei waarmee hij was gevuld, wellicht een zuurstofloos milieu. Dat is gunstig voor een 'normale' productie van H_2S . Als daar nog een sulfaatrijke 'meststof' bij komt, en eventueel een temperatuurstijging, dan neemt de productie van H_2S toe. Bij een actieve natuurlijke put kunnen een onstabiele bodem en ondergrond dan mechanismen op gang brengen waarbij dodelijk gas plots vrijkomt. Om die hypothese te testen voeren we nu analyses uit op de boorkernen van proefboring nr. 3 in Bernissart, uitgevoerd in 2002 en 2003. We zoeken naar de bacteriële biomarkers en ook geochemische markers, en elke aanduiding in verband met afzettingen, flora, fauna en hun evolutie. De geochemische markers worden aan de universiteit van Bergen bestudeerd met een analysetechniek met laser (LIBS-techniek, Laser-Induced Breakdown Spectroscopy). De op dit ogenblik behandelde LIBS-gegevens zijn nog niet allemaal bevestigd, maar ze tonen al dat er veel pyriet zit in het onderste deel van de klei, net het deel waarin de iguanodons zitten. De nieuwe gegevens lijken ons antwoord te geven, maar roepen ook al andere vragen op. Komen er nieuwe ontwikkelingen in de moordzaak? ■

De vondst van de
iguanodons van Bernissart
is uniek. Toch stoten
paleontologen vandaag nog
op schatten. De recente
vondst van fossielen in het
noordoosten van China
brengt aan het licht hoe
radicaal nieuwe diersoorten
ontstaan.

OP DE VLEUGELS VAN DE EVOLUTIE

Steve Brusatte





Het was rond zessen op een aardedonkere, kille novemberochtend in 2014. Ik baande me een weg door het station van Peking en bemachtigde een plaatsje in de tjokvolle trein naar Jinzhou, een middelgrote havenstad in het noordoosten van China. Terwijl betonfabrieken en mistige maisvelden aan me voorbij gleden, deed ik een poging wat slaap in te halen. Dat wou maar niet lukken. Ik was te uitgelaten over wat me op mijn bestemming stond te wachten: een raadselachtig fossiel dat een boer uit de grond had gehaald.

Op uitnodiging van Junchang Lü, een vermaarde dinosaurusjager van de Chinese academie voor geologische wetenschappen in Peking, zou ik meehelpen het fossiel te bestuderen. Na vier uur reizen stapte ik in Jinzhou het perron op. Een ontvangstcomité van lokale notabelen stond Junchang en mezelf op te wachten, en troonde ons mee naar het stadsmuseum. Met het sérieux van een politiek toeverleg begaf het gezelschap zich door een lange gang naar een kamer met een tafeltje, met daarop een stuk rots. Daar was hij dan, een van de mooiste fossielen die ik ooit had aanschouwd: een skelet, ongeveer zo groot als een ezel. De chocoladebruine botten staken af tegen de grijze kalksteen.

Het was een dinosaurus. Met zijn gekartelde tanden, scherpe klauwen en lange staart was het onmiskenbaar een dichte verwante van de drieste velociraptor uit *Jurassic Park*. Toch vertoonde dit Chinese exemplaar opvallende afwijkingen van de doorsnee dinosaurus. Zijn beenderen waren licht en hol, zijn poten lang en slank als van een reiger, en zijn torso was bedekt met verschillende soorten veren. Grote slagpennen op de armen overlaptten tot vleugels. Het dier had bijzonder veel weg van een vogel.

Ongeveer een jaar later beschreven Junchang en ik het skelet als een nieuwe soort, die we *zhenyuanlong* doopten. Het is de zoveelste gevederde dinosaurus die we de voorbije twintig jaar in de Chinese provincie Liaoning vonden. De opmerkelijke reeks fossielen schuift in elkaar als een bewegende tekening die illustreert hoe de landkolossen van weleer evolueerden tot de vogels van vandaag.

De vondsten zijn van onschatbare waarde. Sinds Charles Darwin proberen wetenschappers te achterhalen hoe compleet nieuwe groepen dieren ontstonden. Gebeurt het plotsklaps, dankzij een evolutionair foutje? Of krijgen ze stapvoets vorm gedurende miljoenen jaren van aanpassing aan een veranderende omgeving?

Zhenyuanlong en de andere gevederde dinofossielen verraden het begin van een antwoord.

Aan de veren herken je de dino

Vogels zijn een ras apart. Ze kunnen niet alleen vliegen. Dankzij hun snelle stofwisseling groeien ze als kool en hun grote brein maakt hen bijzonder intelligent en opmerkelijk. Vogels zijn zo anders dan alle andere moderne dieren dat wetenschappers zich lang het hoofd hebben gebroken over hun ontstaansgeschiedenis.

In de jaren 1860, amper een paar jaar na *On the Origin of Species*, lichtte de Engelse bioloog Thomas Henry Huxley een tip van de sluier. Toen arbeiders in een Beierse steengroeve een stuk kalksteen openspleten, stuitten ze op het 150 miljoen jaar oude skelet van een Frankensteiningedrocht. Het had de scherpe klauwen en lange staart van een reptiel, maar de veren en vleugels van een vogel.

Huxley meende dat deze archaeopteryx sprekend leek op *compsognathus* en andere vleesetende dinosauriërs die toen opgediept werden. Hij waagde zich aan een radicale stelling: vogels stammen af van dinosauriërs. De daaropvolgende honderd jaar ging het debat tussen voor- en tegenstanders op en af.

Het pleit raakte beslecht zoals dat doorgaans gebeurt: dankzij fossiele vondsten. Halfweg de jaren 1960 groef John Ostrom in noordwest-Amerika een verbluffend vogelachtige dinosaurus op: *deinonychus*. Het skelet had lange armen die wel vleugels leken en de lichte bouw wees op een actieve, energieke levensstijl. Misschien had het dier wel vleugels.

Gevederde stralenkrans

Vogels stammen af van de dinosauriërs, werd de overtuiging bij paleontologen. Dan moest het verenpak ergens in de evolutionaire lijn zijn ontstaan. Zeker kon Ostrom niet zijn, want meer dan een stel beenderen had hij niet. Overlijden, ontbinding en begraving laten weinig heel van zachte materie, dus veren raken zelden verstand.

T. rex werd niet hocus pocus pats omgetoverd tot kip. Dinosaurussen legden een lange weg af



Ostrom was een geduldig man. Hij bleef zoeken naar de heilige graal die alle twijfel zou wegnemen: minutieus bewaarde dinoskeletten die het gevederde verband tussen vogels en dinosauriërs zouden blootleggen. In 1996 liep Ostroms loopbaan op zijn laatste benen toen hij op de jaarlijkse bijeenkomst van de Society of Vertebrate Paleontology benaderd werd door Philip Currie, een collega van de University of Alberta die ook vogelachtige dinosauriërs bestudeert.

Currie was pas naar China geweest en had in Liaoning een opmerkelijk fossiel te zien gekregen. Hij diepte een foto op en toonde die aan Ostrom. Daar was hij dan: een kleine dinosaurus omgeven door een gevederde stralenkrans. Toen het dier bedolven werd door vulkanische as, raakte het ogenblikkelijk en intact versteend, een Pompeji-mirakel. De tranen sprongen Ostrom in de ogen. Hij had eindelijk zijn gevleugelde dinosaurus gevonden.

De ontdekking van het fossiel, de *Sinosauropteryx*, ontketende een paleontologische stormloop. Koortsig als goudzoekers haastten hordes wetenschappers zich naar Liaoning.

De twintig jaar na de ontdekking van de *Sinosauropteryx* vonden we ruim twintig soorten gevederde dinosaurussen. In het bonte gezelschap bevinden zich

onder meer 9 meter lange primitieve neven van *Tyrannosaurus rex* met een pluizige vacht, planteneters zo groot als een hond met eenvoudige pennen als van een stekelvarken, en zwevende dieren met daadwerkelijke vleugels, zo groot als kraaien. De specimens zijn bij de kostbaarste fossiele bodemschatten van de wereld.

CAT-scans en computermodellen

De gevederde vondsten uit Liaoning laten er geen twijfel meer over bestaan: vogels stammen af van de dinosauriërs. Al is die stelling misschien wat misleidend. Ze doet uitschijnen dat het om twee compleet verschillende groepen zou gaan. In feite zijn vogels een van vele subgroepen met dezelfde evolutionaire voorvader. Ze horen er dus evenzeer bij als triceratops of brontosaurus. Vogels zijn dinosauriërs, net zozeer als vleermuizen vreemdsoortige vliegende zoogdieren zijn.

De fossielen hebben ook opheldering gebracht over de genealogie van vogels. Ze hebben aangetoond waar ze zitten op de stamboom van de dinosaurussen. Vogels behoren tot de theropoda, de groep waartoe ook vervaarlijke vleeseters zoals de *T. rex*, allosaurus en spinosaurus behoren.

Ze zijn het nauwst verwant met een subgroep van kleinere, bijzonder beweeglijke en intelligente

De gevederde dinosaurus *zhenyuanlong* is een van de talloze recente fossiele vondsten die in kaart brengen hoe vogels hun voorouders op het land ontgroeiden en het luchtruim veroverden.

theropoden: de raptors. Ergens onder de vleugels van de velociraptor, Ostroms deinonychus en de o zo vogelachtige zhenyuanlong uit het museum van Jinzhou is de vogel geboren.

Er zijn in Liaoning en elders ter wereld inmiddels zoveel gevederde dinosaurussen opgedoken dat ze een ongeëvenaarde fossiele blik bieden op een grote evolutionaire transitie. Met de nieuwste technieken voor fossielanalyse brengen wetenschappers hun anatomie in beeld met CAT-scans. We ontrafelen hun stamboom met computeranalyse, maken simulaties van hoe ze bewogen, en brengen met statistische methodes in kaart hoe dierlijke soorten en bouwplannen ontstaan. Aan de hand van de jongste inzichten kunnen we in elkaar puzzelen hoe de dinosaurussen een vogel werd. Zo ontsluiëren we een eeuwenoud mysterie: het wordingsverhaal van grote nieuwe diergroepen.

Pronkerige donsdekens

Centraal in het raadselachtige evolutieverhaal van de vogels staat de oorsprong van hun verenpak. Veren zijn voor vogels wat de vetkuif en bakkebaarden waren voor Elvis: hun visitekaartje. Je hoeft maar naar de vleugels van een voorbijglijdende arend te kijken, of naar de pralerige staart van een pauw, en je weet precies met wie je te maken hebt. Geen enkel ander levend dier heeft veren. Geluksvogels zijn het, want veren zijn het Zwitserse zakmes van moeder natuur. Ze kunnen zowat alles. Ze brengen je in de lucht, imponeren vrouwtjes en rivalen, houden je warm en helpen je ei uitbroeden. Ze doen zoveel dat we er het raden naar hebben waartoe ze oorspronkelijk ontwikkeld zijn.

Dankzij de fossielen weten we dat veren veel eerder ten tonele verschenen dan vogels. Ze ontwikkelden zich bij een vroege dinosaurussen. Mogelijk droeg zijn stamvader zelfs een verenpak. De eerste veren hadden weinig weg van de slagpennen van moderne vogels. Het pluimage van de sinosauropteryx en veel van zijn neven was een soort pluis van duizenden harige vezels. Met zulke eenvoudige veren zat vliegen er niet in. Bovendien hadden ze geen vleugels. De eerste veren ontwikkelden zich wellicht om hun drager warm te houden.

De meeste dinosauriërs hadden genoeg aan zo'n borstelige verenjas, maar de handrovers of maniraptora, een subgroep van de theropoden, waren tuk op een make-over. Hun beharing werd langer en begon te vertakken, eerst in losse plukjes en daarna in een ordelijk systeem van baarden aan weerskanten van een

centrale schacht. De slagveer was een feit. De netjes gelaagde rijen op de armen evolueerden tot vleugels.

Waarom moest het dinodons in vleugels veranderen? Het meest logische antwoord lijkt de vogelvucht. De handrovers bouwden hun lichaam om tot vliegtuig er. Vleugels gaven hen opwaartse kracht. De fossielen vertellen een ander verhaal. Sommige kleinere geveugelden als de microraptor konden wellicht glijden. Dat blijkt ook uit de windtunnelproeven en computersimulaties.

Andere soorten als de zhenyuanlong waren met hun potige bouw en korte armen aan de grond gekluisterd. Bovendien had niet één geveugelde dinosaurussen de stevige borstspieren waarmee hij kon vliegen. Weinigen hadden asymmetrische slagveren, die met een kortere, stuggere buitenvlag en een bredere, zachtere binnenvlag probleemloos door veranderlijke luchtstromen laveren.

Volgens het jongste onderzoek school er een andere bedoeling achter de eerste vleugels. Geveugelde dinosaurussen die niet vlogen, droegen een bontgekleurd verenpak. Sommige lichtten op in alle kleuren van de regenboog. Zo'n schitterend pak zou uitstekend van pas zijn gekomen om een partner van de sokken te blazen of een rivaal de loef af te steken.

De pracht en praal van de dinoveren gaf aanleiding tot een radicaal nieuwe hypothese: ze begonnen als reclameborden, vastgemaakt aan de ledematen en de staart, en tilden hun eigenaar per abuis de lucht in. Als ze hupten, een boom in klommen of van tak naar tak sprongen, werden de dinosaurussen gewaar dat die reclameborden hen stuwkracht gaven. Wellicht voelden heel wat fraaie maniraptora zich los van elkaar los komen van de grond. Na verloop van tijd gingen sommigen krimpen, ontwikkelden ze krachtige borstspieren en langere armen, en verloren ze hun staart. De vogel was geboren.

Stukje bij beetje

Lange, rechte poten en voeten met drie smalle voortenen – typisch voor de moderne vogel – maakten ruim 230 miljoen jaar geleden hun intrede bij de meest primitieve dinosauriërs. De adaptatie lijkt te zijn ontwikkeld toen de reuzen op twee poten gingen lopen om rivalen en prooi te snel af te zijn. Zulke achterpoten zijn kenmerkend voor de dinosauriërs en lagen mee aan de basis van hun succes als heersers van de planeet.

De vroege theropoden waren even groot als honden. Bij hen vergroeiën de sleutelbeenderen tot een nieuwe structuur, het vorkbeen. Die schijnbaar

kleine verandering stabiliseerde de schoudergordel. Zo konden de geslepen jagers beter schokken absorberen als ze een prooi in hun klauwen kregen. Vogels maakten later dankbaar gebruik van het vorkbeen als een soort springveer die energie opslaat als ze met hun vleugels slaan.

Ook de typerende holle botten en snelle groei van vogels, beide belangrijk om te kunnen vliegen, hebben hun wortels bij de dinosaurus. Die had vaak holle beenderen met luchtzakken, wat duidt op doorstroomlongen. Die bijzonder efficiënte longen nemen niet alleen bij het inademen zuurstof op, maar ook bij het uitademen. Vogels halen er broodnodige energie uit en hebben er hun lichtere skelet aan te danken.

De microscopische structuur van dinobotten toont aan dat hun groeitempo en fysiologie het midden hield tussen traag groeiende, koudbloedige reptielen en snel groeiende, warmbloedige moderne vogels. Doorstroomlongen en snelle groei ontstonden dus ruim 100 miljoen jaar voordat vogels de vleugels uitsloegen, ten tijde van de eerste razendsnelle, langbenige dinosaurussen. Als energieke dynamo's overtroefden ze de sloe amfibieën, hagedissen en krokodillen waar ze het tegen moesten opnemen in de strijd om te overleven.

Groot brein

Ook de delicate bouw van vogels – een stuk sierlijker dan *T. rex* en consorten – ging de vogel zelf vooraf. Die kleine lichaamsbouw ontstond geleidelijk. De evolutie begon bij de handrovers en duurde ruim 50 miljoen jaar. Wat de trend precies aandreef, is nog niet duidelijk. Mogelijk konden gevederde dinosauriërs door te krimpen nieuwe ecologische niches aanboren en kregen ze toegang tot bomen, struiken, misschien zelfs grotten en holen.

Ook neurologische en gedragsmatige eigenschappen van moderne vogels vallen terug te leiden tot de dinosaurus. Belangrijk bewijsmateriaal vonden we in Mongolië, in de Gobiwoestijn. De vondsten bieden ongezien gedetailleerde inzichten in het leven van de dinosaurussen en de vroege vogels uit het late krijt, 84 tot 66 miljoen jaar geleden. Met CAT-scans zien we dat die soorten een groot brein hadden. Daaraan hebben vogels hun intelligentie en hun vliegkunsten te danken. Vliegen is een ingewikkelde aangelegenheid die heel wat coördinatie- en navigatievaardigheid vergt. We weten nog niet waarom de handrovers zo'n hoge intelligentie nodig hadden, maar de fossielen tonen duidelijk aan dat de voorvaders van de vogel bollebozen waren lang voor ze het luchtruim kozen.

Veren zijn voor vogels wat de vetkuif en bakkebaarden waren voor Elvis: een visitekaartje

Het bouwplan van de vogel was dus geen harde blauwdruk, maar eerder een Lego-constructie die in de loop van de evolutie blokje per blokje op elkaar klikte. De transitie van dinosaurus tot vogel nam tientallen miljoenen jaren in beslag.

Naadloze transitie

De transitie verliep zo geleidelijk dat er op de stamboom geen duidelijke breuklijn loopt tussen 'niet-vogel' en 'vogel.' Dat blijkt uit een dataset met meer dan 850 skeleteigenschappen van 150 theropoden op de transitielijn van dinosaurus tot vogel. Met statistische analyse plaatsten we elke soort in een 'morforuimte', een kaart die soorten groepeerd op basis van het aandeel gedeelde kenmerken. Soorten die anatomisch sterk op elkaar lijken, komen dicht bij elkaar te liggen, net zoals Brussel en Antwerpen op de landkaart. De afstand tussen soorten met erg verschillend skelet is veel groter, van Brussel tot Groningen, zeg maar.

Mochten plotse, ingrijpende mutaties dinosaurussen in vogels hebben veranderd, dan hadden de twee groepen ver uit elkaar gelegen op de kaart. Dat was niet het geval. Onze morforuimte was een onoverzichtelijk kluwen: de vogels lagen verspreid in een grote wolk dinosauriërs. Dat gebrek aan duidelijke tweedeling wijst op een bijna geruisloos trage transitie.

Vogels zijn dus een soort dinosaurussen. Als ik pakweg 125 miljoen jaar geleden in Jinzhou had gestaan en zhenyuanlong vruchteloos met zijn vleugels had zien slaan om de aswolk voor te blijven die hem zou versmachten, dan had ik hem waarschijnlijk gewoon beschouwd als een groot uitgevallen vogel. Ik had dinosaurussen en vogels wellicht over dezelfde kam geschoren. Dat het dier technisch gezien niet als vogel maar als dinosaurus wordt gecategoriseerd, komt vooral door wetenschappelijke conventies en tradities.

Een klasse apart

Paleontologen hebben de categorie van de vogels lang afgebakend als de afstammelingen van de jongste

GELEIDELIJKE GEDAANTEVERWISSELING

Hoe de evolutie compleet nieuwe groepen organismen schept, is iets waar wetenschappers zich allang het hoofd over breken. Uit fossiele vondsten van vogels en hun dinovoorouders blijkt dat het om een zeer geleidelijk proces gaat. Het duurde tientallen miljoenen jaren voor de kenmerkende trekken van de vogels stukje bij beetje in elkaar gepuzzeld raakten, en die adaptaties hadden oorspronkelijk vaak niets te maken met het doel dat ze vandaag dienen.

Vreemde vogels

Vogels hebben een heel andere anatomie dan andere moderne diersoorten. Het leeuwendeel van die aparte kenmerken speelt een rol bij de vlucht.

Archosauria
Opgerichte lichaamshouding; snelle groei

Dinosauria
Tweevoeters; lange, rechte achterpoten met drie slanke, dragende tenen; rudimentaire vezelige proto-veren

Saurischia
Vogelachtige longen met luchtzakken

Theropoda
Holle, lichte botten; langere, dichtvezelige veren; vorkbeen

Slagpennen geven opwaartse stuwkracht

Lange voorste ledematen bieden meer plaats voor veren

Vergroeid, verkort staartbeen verankert de staartveren

Borstbeen met kiel verankert de sterk ontwikkelde borstspieren

Trias

Jura

Krijt

252 miljoen jaar geleden (mij)

201 mij

145 mij

Maniraptora
Kleine vleugels; slagveren met baarden; grote voorhersen

Paraves
Grote vleugels; voorarmen die tegen het lichaam vouwen

Avialae/ Aves (Vogels)
Langere voorarmen

Pygostylia
Pygostyle (vergroei, kortestaart)

Ornithothoraces
Borstbeen met kiel voor grote vliegspieren

Ornithurae
Supersnelle groei en warmbloedig

Sinosauropteryx

Archaeopteryx

Jeholornis

Confuciusornithiform

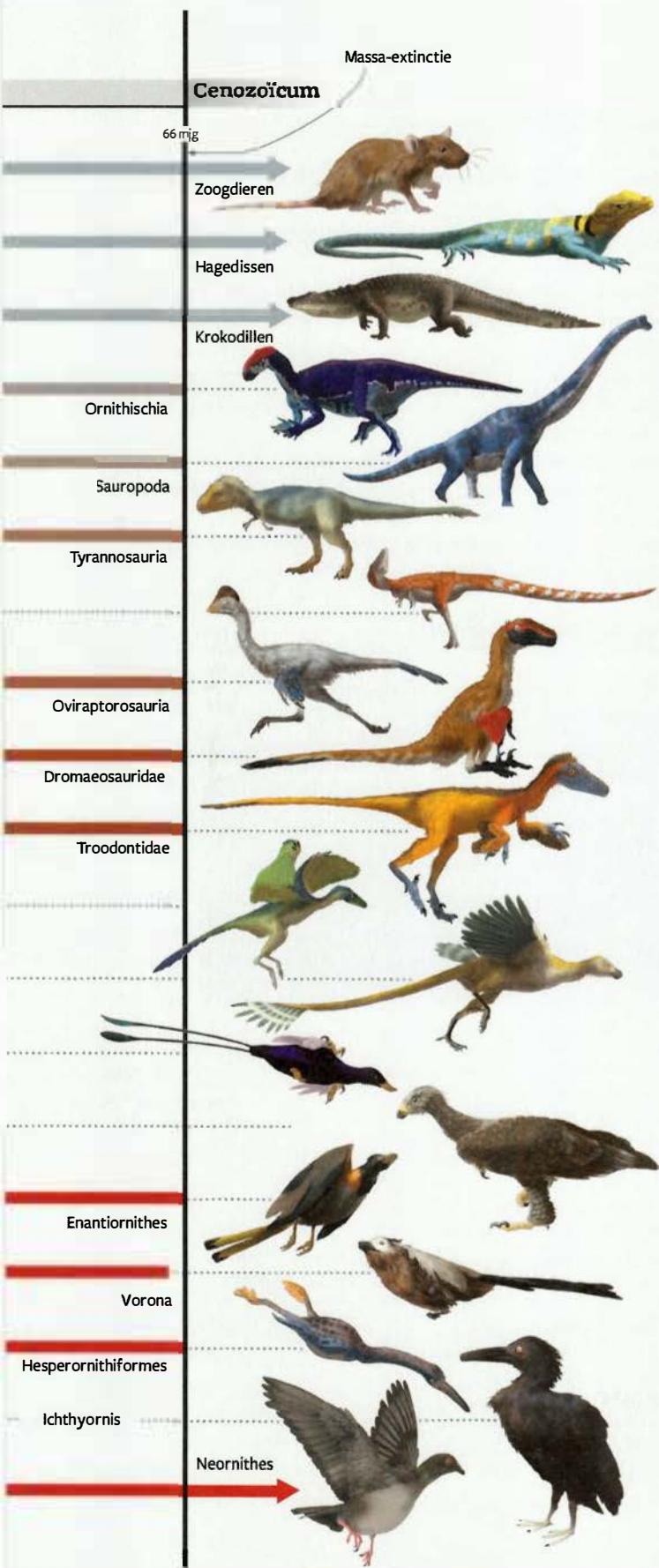
Sapeornis

Grote voorhersen coördineren de vlucht en de navigatie

Vorkbeen dient als springveer bij de vleugelslag

Doorstroomlongen (rood) en luchtzakken (blauw) halen extra zuurstof binnen en maken het skelet lichter

Illustraties: Portia Sloan Rollings en Jen Christiansen



gemeenschappelijke voorouder van Huxleys archaeopteryx en de moderne vogel: kleine dieren met volwaardige vleugels die kunnen vliegen. Aangezien dromaeosauriden zoals de zhenyuanlong een paar takken verderop liggen in de stamboom, beschouwen we ze per definitie niet als vogels.

Vogels zijn niet zomaar dinosaurussen. Ze vormen misschien geen afzonderlijke klasse, maar ze zijn wel een klasse apart. Hun compleet nieuwe weg heeft hen geen windeieren gelegd. Van kolibrie tot struisvogel zijn er meer dan 10.000 soorten. Sterker nog, de vogel wist te overleven toen de rest van zijn dinosaurussenfamilie 66 miljoen jaar geleden het loodje legde.

Een aaneenrijging van spelingen van het lot gedurende tientallen miljoenen jaren bracht een ongeëvenaarde groep dieren voort. Hun voorouders beseften niet dat ze langzaam in vogels veranderden.

Evolutie blikt niet vooruit. Ze denkt enkel in het nu en laat zich leiden door de niet aflatende maar veranderende druk van omgeving en concurrentie. Hoe meer wetenschappers leren over andere grote evolutionaire transitie – van vis tot tetrapod met ledematen en vingers, van landzoogdier tot walvis, van primate die van boom naar boom slingert tot rechtop lopende mens – hoe duidelijker zich een terugkomend patroon aftekent. Zulke transformaties zijn geen sprint maar een marathon zonder meet.

Evolutionair potentieel

Nog een laatste facet van het ontstaansverhaal van de vogel verdient een vermelding. Het statistische onderzoek verklaart mogelijk hoe vogels de ravage konden overleven die alle andere dinosauriërs het leven kostte. Met onze omvangrijke dataset hebben we ook het evolutionaire tempo gemeten van de ontwikkeling van soorten. We gingen na hoe snel het skelet van vogels en hun verwanten veranderde, wat ons iets vertelt over de evolutionaire levensvatbaarheid van de soorten. De resultaten waren verrassend. De eerste vogels evolueerden razendsnel. Eens de kleine vliegwaardige dinosauriër in elkaar gepuzzeld was – de Legoset was klaar – werd er kennelijk een ongelooflijk evolutionair potentieel ontgrendeld. Vliegen gaf de dinosauriërs toegang tot nieuwe ecologische niches en mogelijkheden. Toen aan het eind van het krijt een asteroïde van 10 kilometer op aarde afstevende, was er voor de rest van de familie geen ontsnappen aan. De vogel vloog er gewoon doorheen. ■

Dit artikel verscheen eerder in *Eos Wetenschap*.

Glossarium

Hoofdrospelers

Steenkoolmijn van Bernissart

Jules Créteur: Mijnwerker en ontdekker van de iguanodons van Bernissart.

Gustave Fagès: Directeur.

Léon Latinis: Ingenieur.

Natuurhistorisch Museum

(Museumplein, sinds 1891 in Leopoldpark; vandaag Museum voor Natuurwetenschappen)

George Albert Boulenger: Wetenschappelijk medewerker. Vond dat de iguanodons in Bernissart verschilden bij de in Engeland gevonden soort.

Louis De Pauw: Preparateur. Stelde het eerste volledige skelet op van een iguanodon van Bernissart.

Louis Dollo: Paleontoloog. Onderzocht zijn hele carrière lang de vondsten van Bernissart. Dacht dat de iguanodons voornamelijk op de achterpoten liepen.

Edouard Dupont: Directeur.

Wetenschappers

François-Léopold Cornet: Geoloog.

Georges Cuvier: Grondlegger van de 'moderne' paleontologie van gewervelden.

Gideon Mantell: De 'vader van de iguanodon'. Vond als eerste fossiele tanden van een iguanodon.

Richard Owen: Bedacht het concept 'dinosaurus'.

Pierre-Joseph Van Beneden: Hoogleraar in Leuven.

Termen

Barreniaan: Etage in het benedenkrijt, met een ouderdom van 130 tot 125 miljoen jaar.

Cran: Cilindervormige ondergrondse verzakking, ontstaan door opgelost kalk. Ook karstpijp of orgelpijp genoemd.

Iguanodon: Geslacht van plantenetende ornithischische dinosauriërs uit de benedenkrijtperiode.

Ornithischiers: Orde van dinosauriërs met een 'vogel-heup' (van het Grieks *ornis* en *ischion*). Leden: onder meer iguanodons, stegosauriërs en ceratopsen.

Saurischiers: Orde van dinosauriërs met een 'hagedis-heup' (van het Grieks *sauros* en *ischion*). Leden: onder meer theropoden zoals *T. rex* en de langnek dinosauriërs.

Pyriet: Ook bekend als klatergoud. IJzer- en zwavelhoudend mineraal dat vreet aan fossiel botweefsel. Bij contact met lucht oxideert het en zet het uit, waardoor het fossiel errond barst.

Wealdiaan: Sedimentlagen met zand (steen) en klei, met een ouderdom van 140 tot 125 miljoen jaar.

Geologische tijdschaal

ERA	PERIODE	TIJDVAK	Jaren geleden (miljoenen)
Mesozoïcum	Krijt	Boven	66
		Beneden	100
	Jura	Boven	145
		Midden	163
		Beneden	174
	Trias	Boven	201
		Midden	235
		Beneden	247
			252

colofon

Deze *Eos Wetenschap Special* is een uitgave van Uitgeverij Cascade nv, ism het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen

ALG. HOOFDREDACTEUR: Raf Scheers

COÖRDINATIE: Reinout Verbeke, Pascal Godefroit

VORMGEVING: Marco Goole

REDACTIE: Pascal Godefroit, Sébastien Olive,

Cyrille Prestianni, Candela Blanco, Jean-Marc Baele, Séverine Papier, Thierry Martin, Olivier Kaufmann, Steve Brusatte, Jan Claerbout (vertaling), Reinout Verbeke (vertaling en eindredactie), Peter Vanwijnsberghe (eindredactie), Frederic Eelbode (eindredactie).

VERANTWOORDELIJK UITGEVER: Raf Scheers

FOTO'S EN ARCHIEFDOCUMENTEN: Thierry

Hubin (KBIN), Patrick De Saegher (KBIN)
Belgimage, BigstockPhoto, Alamy, AKG

DIRECTIE: Kristine Ooms (KD Bvba),
Koen De Buck (KD Bvba)

REDACTIEADRES

Duboisstraat 50, 2060 Antwerpen
Telefoon: +32 (0) 3/680 24 90
e-mail: redactie@eoswetenschap.eu

ADVERTENTIES - FAST AD:

Matthew Pe: termans: +32 (0) 3/680 25 60

ABONNEMENTEN:

Voor aanvragen, verlengingen, betalingen, adreswijzigingen en bezorgklachten kan je snel en gemakkelijk terecht op www.eoswetenschap.eu of contacteer Idecom Media:
+32 (0) 9/256 20 72 • eos@idecommedia.be

NUMMERS BESTELLEN: www.tijdschriftenwinkel.be

MUSEUM
NATUURWETENSCHAPPEN

in samenwerking met
SCIENTIFIC AMERICAN

DE PERSCROEP
be part of our passion
PUBLISHING



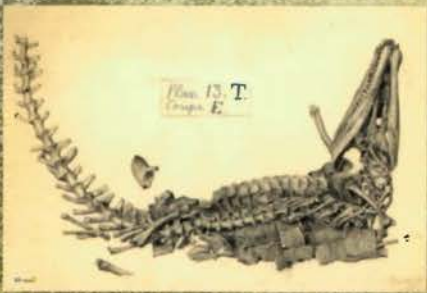
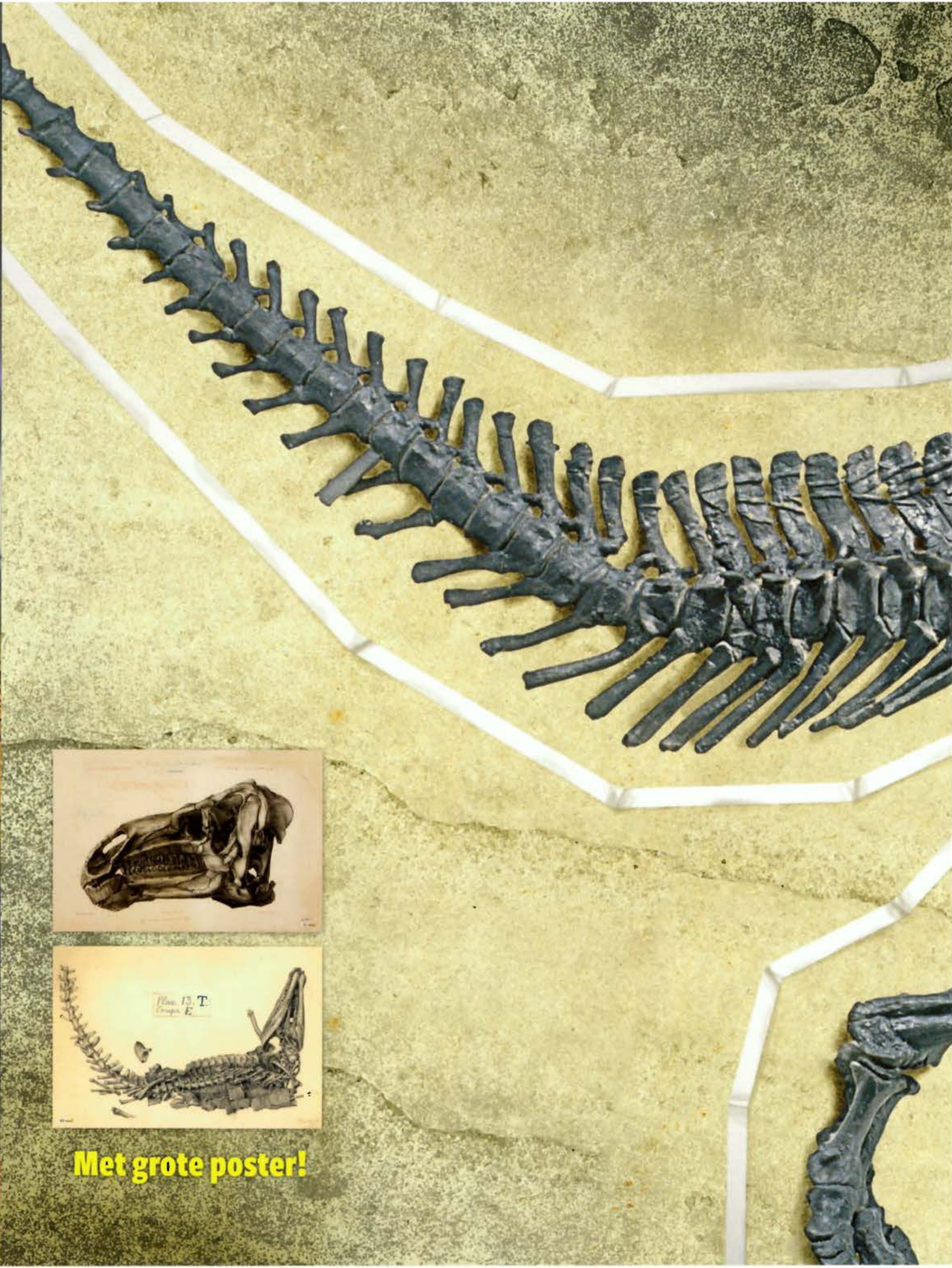
WE MEDIA

.be
belspo

WWW.EOSWETENSCHAP.EU

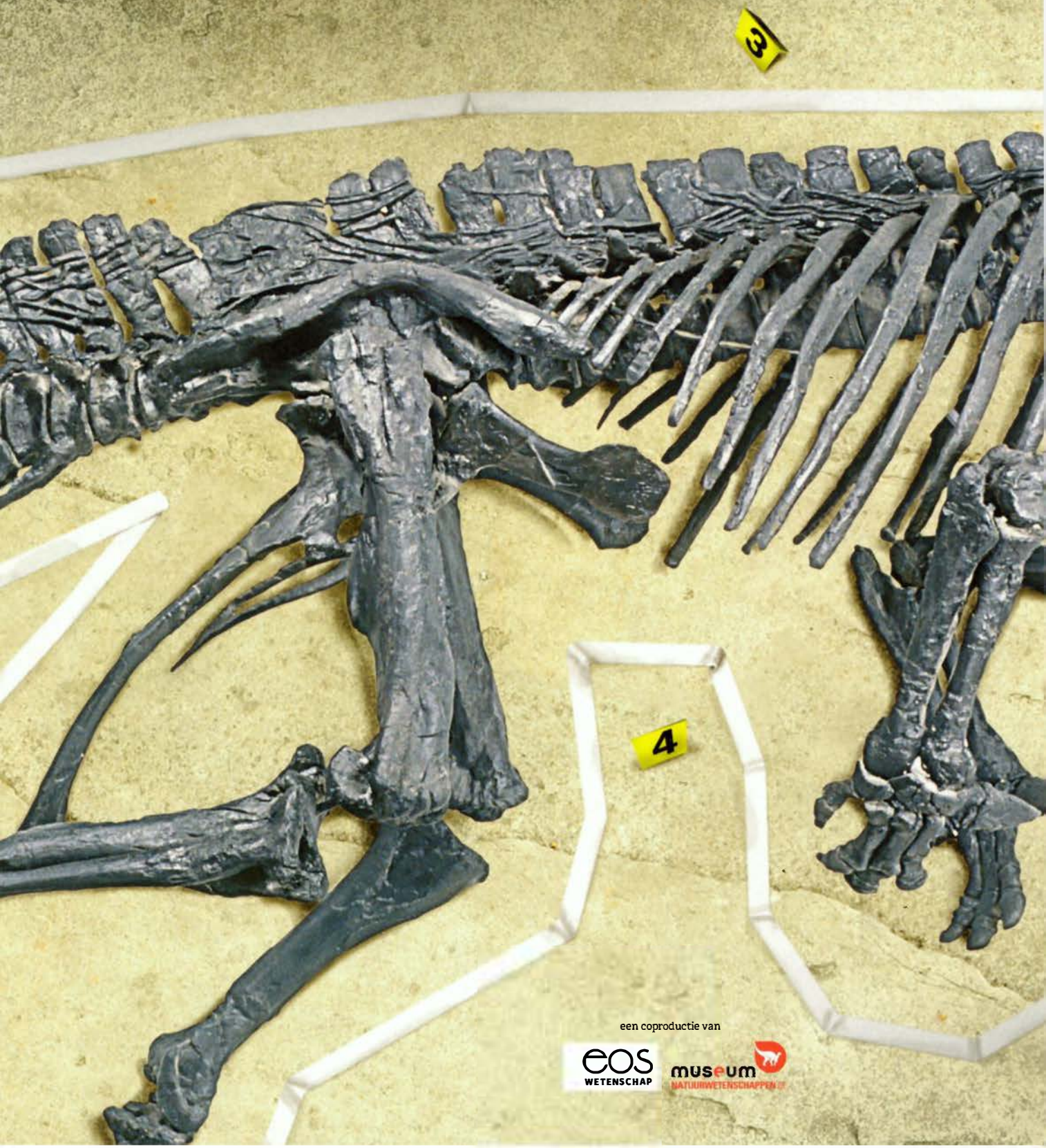
Een landschap uit het benedenkrijt tijdens het barremiaan (130-125 miljoen jaar geleden). We zien twee iguanodons (linksmidden) tussen een aantal kleinere hypsilophodons, waarvan eentje gegrepen is door een goniopholis (krokodil). Een stekelige polocanthus (linksonder) voedt zich met enkele planten, terwijl een baryonyx een vis vangt. Vanaf de andere oever kijkt een brachiosaurus toe. Artwork Richard Bizley.





Met grote poster!

140 jaar ontdekking • Oorlog om de vondst • Hoe de
iguanodon aan zijn naam kwam • Henegouwen in
het krijt • Belgische dino's op tournee • Een moeilijk
familieportret • De visfossielen van Bernissart •
Evolutie van dino tot vogel



een coproductie van

eos
WETENSCHAP

museum
NATUURWETENSCHAPPEN