

DINOSAURS & Co



DINOSAURS & C^o

FOSSIELEN en ROBOTS

CATALOGUS

(Tweede druk)



KONINKLIJK BELGISCH INSTITUUT VOOR
____NATUURWETENSCHAPPEN____
Vautierstraat 29, B-1040 Brussel

Originele titel: Catalogus van de tentoonstelling Dinosaurs & C°, "Fossielen en Robots"

Verleenden hun medewerking aan deze catalogus:

Pierre BULTYNCK, departementshoofd, KBIN
Daniel CAHEN, directeur, KBIN
Annie V. DHONDT, afdelingshoofd, KBIN
Mietje GERMONPRÉ, assistent, KBIN
Jacques GODEFROID, werkleider, KBIN
Georges LENGLET, assistent, KBIN
Francine MARTIN, afdelingshoofd, KBIN

Jean-Michel BRAGARD,
Gérard COBUT,
Isabelle MOUREAU,
Hugo VANDENDRIES,
Pierre VAN WINDEKENS
Ann VENMANS,
wetenschappelijke medewerkers van de Educatieve Dienst, KBIN

Grafische illustraties: V. DELFOSSE, F. DASNOY, C. DEKEIJSER, L. VANHAUTE

Foto's:
Dinamation International Corporation
E. KISH
Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid
I. BACHY en T. HUBIN, KBIN

Algemene coördinatie: A.V. DHONDT, J. GODEFROID, F. MARTIN, J. TAVERNIER

Uitgave van het Koninklijk Belgisch
Instituut voor Natuurwetenschappen
Vautierstraat 29, B-1040 Brussel

Brussel 1992

D/1992/0339/02

ERECOMITE

De Heer L. TOBBACK, Minister van Binnenlandse Zaken, van de Modernisering der Openbare Diensten en van de nationale wetenschappelijke en culturele Instellingen

De Heer Ph. MAYSTADT, Minister van Financiën

De Heer Ch. PIQUÉ, Voorzitter van het Gewest Brussel-Hoofdstad

De Heer J. DUPRÉ, Staatssecretaris voor Institutionele Hervormingen, voor de kleine en middelgrote Ondernemingen, belast met de Herstructurering van het Ministerie van Openbare Werken

De Heer H. BROUHON, Burgemeester van de Stad Brussel

De Heer V. DE WOLF, wnd. Burgemeester van de Gemeente Etterbeek

De Heer A. DEMUYTER, Burgemeester van de Gemeente Elsene

De Heer P.E. JANSSEN, Voorzitter van het Directiecomité van de Generale Bank

Graaf E. DE VILLEGAS DE CLERCAMP, Voorzitter van de v.z.w. De Vrienden van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen

De Heer P. ALBERCH, Directeur van het Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, Spanje

De Heer M. ANSIAUX, Directeur-generaal van de Nationale Loterij

De Heer R. BULLMAN, Afgevaardigde Beheerder, Concept & Communication Business n.v.

De Heer L. CASSIMAN, Directeur-generaal van de Regie der Gebouwen

De heer F. DAMAN, Directeur van de Dierentuin van Antwerpen

De Heer D. ELSLANDER, Afgevaardigde Beheerder-Algemeen Directeur, General Biscuits België

De Heer J. FOURNIER, Onderdirecteur van het Musée Canadien de la Nature, Ottawa, Canada

De Heer J. HORNER, Curator of Paleontology, Museum of the Rockies, Bozeman, Montana, USA

De Heer Th. LARSSON, Managing Director, Atlas Copco Belgium

De Heer P. LE HODEY, Afgevaardigde Beheerder van de persgroep S.A.I.P.M. La Libre Belgique

De Heer Ch. MAY, Voorzitter van Dinamation International Corporation

De Heer F. POOT, Hoofd van de dienst Externe Betrekkingen van de Generale Bank

De Heer J. RAMMELOO, Directeur van de Nationale Plantentuin

De Heer D. THYS VAN DEN AUDENAERDE, Voorzitter van de Beheerscommissie van de Groepering Natuur

De Heer G. VERDEYEN, Beheerder-Algemeen Directeur van de Vlaamse Uitgeversmaatschappij

De Heer W. VERHEYEN, Voorzitter van de Wetenschappelijke Raad van het KBIN

De Heer J. WAUTREQUIN, Secretaris-generaal van de Dienst Programmatie van het Wetenschapsbeleid

WETENSCHAPPELIJK COMITE

P. BULTYNCK

J.-G. CASIER

A.V. DHONDT

M. GERMONPRÉ

A. GAUTIER

J. GODEFROID

P. GODEFROIT

G. LENGLET

F. MARTIN

D. NOLF

COORDINATIE

D. CAHEN
M. GERMONPRÉ
J. GOVAERE
G. LENGLET
A. QUINTART

ORGANISATIE

W. DE CONINCK
A. DUBOIS
J.-M. LEGAY
J. TAVERNIER
G. VAN DER VEKEN

ARTISTIEKE VORMGEVING

C. BODSON
G. BOEY
A.-M. BORREMANS
M. CAMPS
G. CEULEMANS
F. DASNOY
C. DEKEIJSER
V. DELFOSSE
P. GOLINVAUX
Cl. GOOVAERTS
M. HAEMELINCK
L. HOSTE
V. LOWIE
M.-L. LECLERCQ
W. MISEUR
J. NEUT
L. OP DE BEECK
L. VANHAUTE
W. VANMAELE
H. VAN PAESSCHEN
A. WAUTERS
C. WOUTERS
G. YANNART

REALISATIE

Museologische Dienst
Departement Paleontologie
Educatieve Dienst
Dienst Informatica
Centrale Technische Diensten: Schrijnwerkerij, Electriciteit, Stokerij
Dienst Toezicht en Onderhoud
Public relationscel

EXTERNE BIJDRAGEN

Dinosaur National Monument, Jensen, Utah, USA
Musée Canadien de la Nature, Ottawa, Canada
Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, Espagne
Museum of the Rockies, Bozeman, Montana, USA
Musée Zoologique de Strasbourg, France

M. BOULAY

COREMANS PETER GARDENS

A. GERKENS, Generale Bank

P. GHIN, Concept & Communication Business n.v.

DECOR OYENBRUG b.v.b.a.

J.M. HAMBLLENNE

M. LAGASSE, B.I.P.

PEPLUM s.p.r.l.

PROMUSEION s.c.

E. SPEYER, Dinamation International Corporation

F. VAN ROY

FOCUS RESEARCH, Belgian Association for the Advancement of Science

Dinosaurs & C°

Fossielen en Robots

Er zijn weinig dieren die ons meer fascineren dan dinosauriërs. Of zij nu in onze geest legendarische draken oproepen of ons meevoeren op ontdekkingsstocht in een voor altijd verdwenen, fabelachtige wereld, dinosauriërs boezemen ontzag in, ze maken ons nieuwsgierig of angstig, kortom niemand kan er onverschillig bij blijven.

De eerste dinosauriërs verschenen zo'n 230 miljoen jaar geleden. Als groep domineerden zij gedurende 165 miljoen jaar het ganse aardoppervlak. De laatste vertegenwoordigers verdwenen op het einde van het Krijt, 65 miljoen jaar geleden.

De mens in een strijd op leven of dood gewikkeld met een *Tyrannosaurus* tegen een achtergrond van vuurspuwende vulkanen is een beeld dat al te vaak opduikt in slecht geïnspireerde tekenfilms. Hoewel er meer dan 63 miljoen jaren verliepen tussen de laatste "verschrikkelijke hagedissen" en de eerste vertegenwoordigers van het geslacht *Homo*, toch merken we een zekere gelijkenis tussen de geschiedenis van beide groepen. De dinosauriërs ontwikkelden zich nadat de meeste reptielen, voorlopers van de zoogdieren, waren uitgestorven op het einde van het Perm. Anderzijds leidden een aantal zoogdieren, die bijna even oud zijn als de dinosauriërs, een onopvallend bestaan onder de heerschappij van deze reptielen. Pas na het verdwijnen van de dinosauriërs ontplooiden de zoogdieren zich snel en vulden de vrijgekomen ecologische niches op.

De dinosauriërs vormen een diergroep die, voor ons en langer dan wij, de aarde heeft gedomineerd. Aan die heerschappij kwam een einde toen zij onherroepelijk uitstierven. Deze vaststelling is verontrustend want wij weten dat vanaf zo'n 10.000 jaar geleden vele grote zoogdieren op hun beurt zijn verdwenen. Het uitsterven van de dinosauriërs en de talrijke hypothesen en beschouwingen die daarrond zijn ontstaan, zijn zeker niet vreemd aan de aandacht die zij tegenwoordig krijgen.

Toch is het niet deze heropleving noch het succes van een vorige tentoonstelling die ons hebben aangezet om een nieuwe tentoonstelling over dinosauriërs te organiseren. Het is vooral de bedoeling om actuele wetenschappelijke studies die veel nieuwe feiten opleveren en die een nieuw licht werpen op de geschiedenis en de evolutie van

het leven, onder de aandacht te brengen van het grote publiek.

De dinosauriërs en hun tijdgenoten, de vliegende en de zeereptielen, die te zien zijn onder vorm van authentieke fossielen en van bewegende robotten, nodigen u uit op een fantastische reis in de tijd die begint met de oorsprong van de eerste gewervelden en die eindigt bij de mens.

Partners van de tentoonstelling

De tentoonstelling wordt georganiseerd door het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen en Dinamation International Corporation.

De Generale Bank, partner van het Instituut voor de museale vernieuwingen, is nauw betrokken bij deze tentoonstelling.

De Beukelaer, producent van Dinosaurus-koekjes, sponsort deze tentoonstelling.

De Heer Charles Picqué, Minister-Voorzitter van de Brusselse Hoofdstedelijke Executieve heeft een belangrijke toelage toegekend voor de realisatie van deze tentoonstelling.

Atlas Copco levert de compressoren die nodig zijn voor de beweging van de robots.

De kranten De Standaard en La Libre Belgique verlenen hun medewerking aan de educatieve werking en aan de promotie van de tentoonstelling.

De Regie der Gebouwen vernieuwt en verfraait de lokalen.

De Nationale Plantentuin zorgde voor de planten die door de Civiele Bescherming werden getransporteerd.

Het is mij een aangename plicht om aan al diegenen die ons hebben geholpen en gesteund de zeer bijzondere dank van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen te betuigen.

Daniel CAHEN

Directeur van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen

Dinamation international corporation: robotica en dinosauriërs

door Daniel CAHEN

De dinosauriërs zijn er weer, bewegend, brullend, kleurrijk en vol leven. De spitstechnologie van Dinamation International Corporation, een Californische firma, brengt dieren die meer dan 65 miljoen jaar geleden zijn uitgestorven, opnieuw tot leven. Eens volstond een kus van de sprookjesprins om Doornroosje uit haar slaap te wekken, maar de toverstaf van Dinamation heeft de hulp nodig van talrijke onderzoekers, ingenieurs en kunstenaars.

Het avontuur begint in 1982 wanneer Chris May, stichter en voorzitter van Dinamation International Corporation, enkele robots van dinosauriërs aankoopt in Japan en hen in verschillende musea tentoonstelt. Het geweldige succes van deze tentoonstellingen zet hem ertoe aan eigen dieren te vervaardigen en een bedrijfsfilosofie te ontwikkelen waarop het succes van Dinamation steunt: het publiek op een speelse wijze onderrichten, nauwgezet de strengste wetenschappelijke normen eerbiedigen, en een gelijkwaardig partnership aangaan met de musea die de tentoonstellingen inrichten.

De activiteiten van Dinamation zijn overigens niet beperkt tot dinosauriërs. Ook uitgestorven zoogdieren worden gereconstrueerd: mammoeten, reuzenluiaards, sabeltandtijgers en "zeemonsters" zoals plesiosauriërs, mosasauriërs, reuzenhaaien en primitieve walvissen. Dinamation heeft de zoo van de toekomst bedacht en bereidt nu tentoonstellingen voor over insecten, bedreigde diersoorten tot zelfs het mechanisme van aardbevingen. Ten slotte organiseert en financiert Dinamation paleontologische opgravingen en onderzoek.

Elk nieuw ontwerp, elke door Dinamation gereconstrueerde dinosaurus is het resultaat van intens overleg en van langdurig werk in groepsverband. Het team omvat vermaarde paleontologen zoals Dr. Robert T. Bakker van de Universiteit van Colorado en Dr. George L. Callison van de Staatsuniversiteit van Californië in Long Beach. De paleontologen verzamelen vooraf alle beschikbare wetenschappelijke informatie en maken daarvan een synthese. Wat leren ons de beenderen? Wat was de lengte van het dier? Hoe bewoog het zich voort en hoe gedroeg het zich? Had het hoornen, een nekschild, een pantser of klauwen en waartoe dienden zij? Wat at het, waar leefde het? Wat waren zijn mogelijkheden en prestaties?

De beenderen zelf leveren bepaalde informatie op over de lengte, de houding en de gestalte van het dier, evenals over de spieren en hun werking. De voetafdrukken verschaffen gegevens over de manier van voortbewegen en over bepaalde aspecten van het gedrag van de dinosauriërs, terwijl de studie van de afzettingen waarin de fossielen werden gevonden een reconstructie van het milieu mogelijk maakt. Een zorgvuldige vergelijking van de dinosauriërs met de nu levende dieren laat dikwijls toe om diverse kenmerken en eigenschappen af te leiden, die fossielen alleen ons niet kunnen leren kennen.

Aan de hand van al deze informatie maken de kunstenaars een verkleind model in klei dat alle details van het dier weergeeft. De ingenieurs gebruiken dit model om de parameters te berekenen van een bewegende robot, die het metalen skelet van het nieuwe dier vormt. Een ingebouwde computer stuurt een aantal met perslucht aangedreven zuigers waardoor realistische bewegingen worden nagebootst.

De kunstenaars vervaardigen dan op basis van hun maquette een model in klei op ware grootte. Dit beeld wordt dan gemouleerd en de gietvorm dient voor de vervaardiging van de huid waarmee de robot zal worden bekleed. Daarna worden de ogen, de tanden en de tong aangebracht; de bewegingen worden uitgetest en bijgesteld en een geluidsbron wordt ingeplant. Als eindafwerking blijft dan nog de beschildering.

De kleuren worden niet willekeurig gekozen, maar steunen op wetenschappelijke criteria. Kleuren dienen voor camouflage maar kunnen ook een signaal geven. Zij maken het b.v. mogelijk dat leden van eenzelfde soort elkaar herkennen waardoor deze kleuren een secundair geslachtskenmerk vormen. Kleuren staan in verband met de omgeving, de levenswijze (roofdier of prooi) en het gedrag (solitair of in kuddeverband) van elke soort. Vandaar dat de dinosauriërs van Dinamation niet gelijkmatig grijs, bruin of groen zijn maar een bontgekleurde huid met vlekken en strepen bezitten.

De nieuw ontworpen dinosaurus staat klaar om zijn talrijke bewonderaars tegemoet te treden.

Vertaling: Walter De Coninck

De levende wereld en de geologische tijdschaal

Bacteria en planten

- 3500 m.j.: eerste leven, stromatolieten en bacteriële activiteit.
- 1000 m.j.: eerste cel die zich sexueel voortplant.
- 450 m.j.: eerste fragment van korstvormige landplant.
- 430 m.j.: eerste verticaal opgerichte plant.
- 415 m.j.: eerste terrestrische vaatplant.
- 365 m.j.: eerste zaad.
- 350 tot 290 m.j.: ontwikkeling van wolfsklauwachtigen en van reuzevarens.
- 325 m.j.: eerste fragmenten van coniferen.
- 245 m.j.: eerste cycadopside.
- 205 m.j.: ontwikkeling van grote coniferen.
- 115 m.j.: eerste bloeiende plant, waarvan de zaden zich binnenin een vrucht bevinden.
- 50 m.j.: eerste grassoort.



















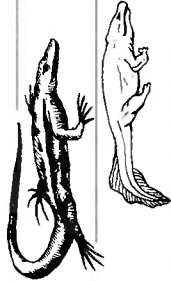

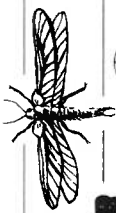
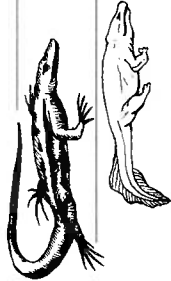


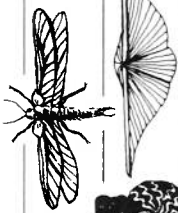


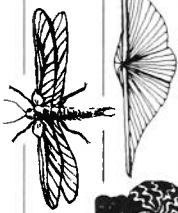


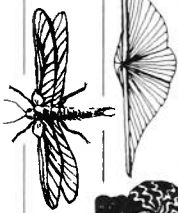


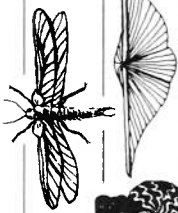


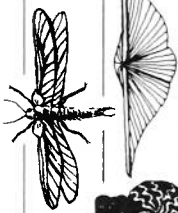


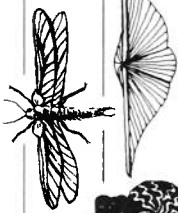


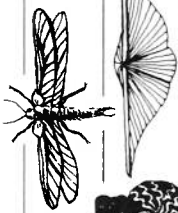
Ongewervelde dieren

- 600 m.j.: *Dickinsonia*, één van de eerste Metazoa.
- 560 m.j.: eerste invertebraten met schelp (brachiopode) en met schaal (trilobiet, geleedpotigen).
- 515 m.j.: oudste Nautiloiden (weekdieren).
- 410 tot 355 m.j.: zeer talrijke spiriferide brachiopoden.
- 400 m.j.: oudste goniatieten (weekdieren).
- 355 -290 m.j.: reuze libel (insect, geleedpotigen).
- 250 m.j.: eerste ammonieten (weekdieren).
- 205 tot 150 m.j.: zeer talrijke *Gryphaea*'s (weekdieren) en regelmatige zeeëgels (stekelhuidigen).
- 135 tot à 65 m.j.: zeer talrijke belemnieten en ammonieten (weekdieren).
- 45 m.j.: zeer talrijke grote nummulieten (Foraminifera) en zeer grote gastropoden (weekdieren).
- 5 m.j.: talrijke gastropoden (weekdieren); de invertebrate fauna vertoont veel gelijkenis met die van vandaag.

Gewervelde dieren

- 500 m.j.: eerste vis.
- 360 m.j.: eerste amfibie.
- 320 m.j.: eerste reptiel.
- 230 m.j.: eerste dinosaurus.
- 220 m.j.: eerste zoogdier.
- 140 m.j.: eerste vogel.
- 55 m.j.: eerste paardachtige.
- 40 m.j.: eerste olifantachtige.
- 4 m.j.: eerste mensachtige.

(m.j.: miljoen jaar)

EON		ERA	PERIODE	TIJDVAK	Eenheden van Belgische oorsprong	BELANGRIJKE STAPPEN IN DE EVOLUTIE		Miljoen Jaar	
FANEROZOICUM	KENOZOICUM	KWARTAIR	HOLOCEEN					0,01	
			PLEISTOCIEEN					1,6	
		NEOGEEN	PLIOCEEN					5	
			MIOCEEN					23	
		PALEOGEEN	OLIGOCEEN					37	
			EOCEEN					53	
	PALEOCEEN					65			
	MESOZOICUM	"Secundair"	KRIJGT						135
			JURA						205
			TRIAS						250
PALAEOZOICUM	"Primair"	PERM						290	
		CARBOON						355	
			DEVOON						410
		SILUUR						438	
		ORDOVICIUM							510
			CAMBRIUM						570
PROTEROZOICUM	"PRECAMBRIUM"						2500		
ARCHEICUM							4000		
OORSPRONG VAN DE AARDE								4500	

Korte geschiedenis van de aarde en van het leven

door Jacques GODEFROID

De geologische tijdschalen

Een geologische tijdschaal geeft een overzicht van de geschiedenis van de aarde, vanaf haar ontstaan 4.5 miljard jaar geleden. Gesteenten van de aardkorst en fossielen getuigen van een deel van deze geschiedenis.

De mens heeft om het verloop van de tijd van elke dag voor te stellen toestellen uitgedacht: zonnepijlers, zandlopers, uurwerken. Het verloop van de veel langere geologische tijd, kan ook op verschillende wijzen uitgedrukt worden. De twee meest gebruikte tijdschalen zijn de relatieve en de absolute.

— De relatieve tijdschaal: ouder of jonger?

Deze tijdschaal steunt op de natuurlijke opeenvolging van gesteenten en fossielen. Als gevolg hiervan ligt de oudste afzetting onderaan en de jongste het dichtst bij de oppervlakte. De fossielen, overblijfselen van dieren en planten die op verschillende ogenblikken geleefd hebben, maken het mogelijk gesteenten die ze bevatten te karakteriseren en geologische lagen in soms ver van elkaar verwijderde gebieden te correleren.

In de tabel stelt iedere indeling een tijdsinterval voor tijdens hetwelk een hoeveelheid sediment werd afgezet (een sediment ontstaat door de ontbinding van vooraf bestaande gesteenten en/of door de accumulatie van overblijfselen of brokstukken van organismen; door verharding ontstaat een afzettingsgesteente zoals bv. een zandsteen, een schiefer, een kalksteen). Sommige namen duiden de ontwikkeling van het leven in een bepaald interval aan (Paleozoïcum = oudste fossiele organismen). Andere namen zijn afgeleid van het gesteentetype dat typisch is voor die periode (vb. Krijt). Het merendeel der namen die op -iaan eindigen zijn afgeleid van namen van streken of localiteiten waarvan de opeenvolging van gesteenten en fossielen in een specifiek tijdsinterval goed gekend is, en als model gebruikt wordt overal ter wereld. Sommige namen hebben een Belgische oorsprong: Frasniaan, Famenniaan, Tournaisiaan, Viséaan, Namuriaan, Ieperiaan en Rupeliaan.

— De absolute tijdschaal: hoeveel jaren?

De ouderdom is aangegeven in jaren, meestal in miljoen

jaren, waarbij het heden het jaar 0 is. De ouderdom van sommige gesteenten wordt bepaald uitgaande van de desintegratie van hun radioactieve elementen. Deze elementen, in onstabiele toestand, veranderen in een gekende tijd in andere elementen die stabiel zijn en gekend als dochterelementen. De bestaande verhouding tussen de hoeveelheid dochterelementen en die van de overblijvende oorspronkelijke radioactieve elementen laat toe de ouderdom van het gesteente te berekenen. Zo is bijvoorbeeld de desintegratie van de elementen Uranium (Ur) en lood (Pb) traag. Ze laat toe afzettingen te dateren die ouder zijn dan 20 miljoen jaar; daarentegen is de desintegratie van koolstof 14 (C14) snel en ze laat toe archeologische afzettingen van minder dan 70.000 jaar te dateren. De graad van precisie van dit radioactief uurwerk schommelt tussen 1 en 10%; als gevolg hiervan zijn verschillen van enkele miljoen jaar aanvaardbaar voor dateringen van de oudste gesteenten.

De aarde, de lucht en het water

— De aarde (Figs. 1, 2). De aarde werd gevormd 4.5 miljard jaar geleden door het bijeenkomen, of, om het geleerder uit te drukken, door de accretie van materie en gasdeeltjes die rond de zon zweefden. Deze condensatie bracht een verhoging van de temperatuur mee en de fusie van de onderdelen van de planeet in vorming. Deze gesmolten materie (*magma*) concentreerde zich volgens haar dichtheid en vormde tenslotte de drie lagen van de aarde die we kennen dank zij de seismische trillingen die bij aardbevingen ontstaan.

Het centrale deel van de aarde — de *kern* — is gevormd uit ijzer en nikkel. De binnenste kern is hard, de buitenste vloeibaar. Rond de kern bevinden zich andere elementen met een hoge dichtheid. Ze vormen de *mantel* waarvan de buitenste laag hard is, de middenste laag (asthenosfeer) dik vloeibaar, en de binnenste en belangrijkste laag (mesosfeer) opnieuw hard is. In de buitenste laag zijn lichte elementen (silicium, aluminium, magnesium) geconcentreerd. Door versteviging (verharding) vormen die de *aardkorst*, die bestaat uit de granitische *continentale korst* en de basaltische *oceanische korst*.

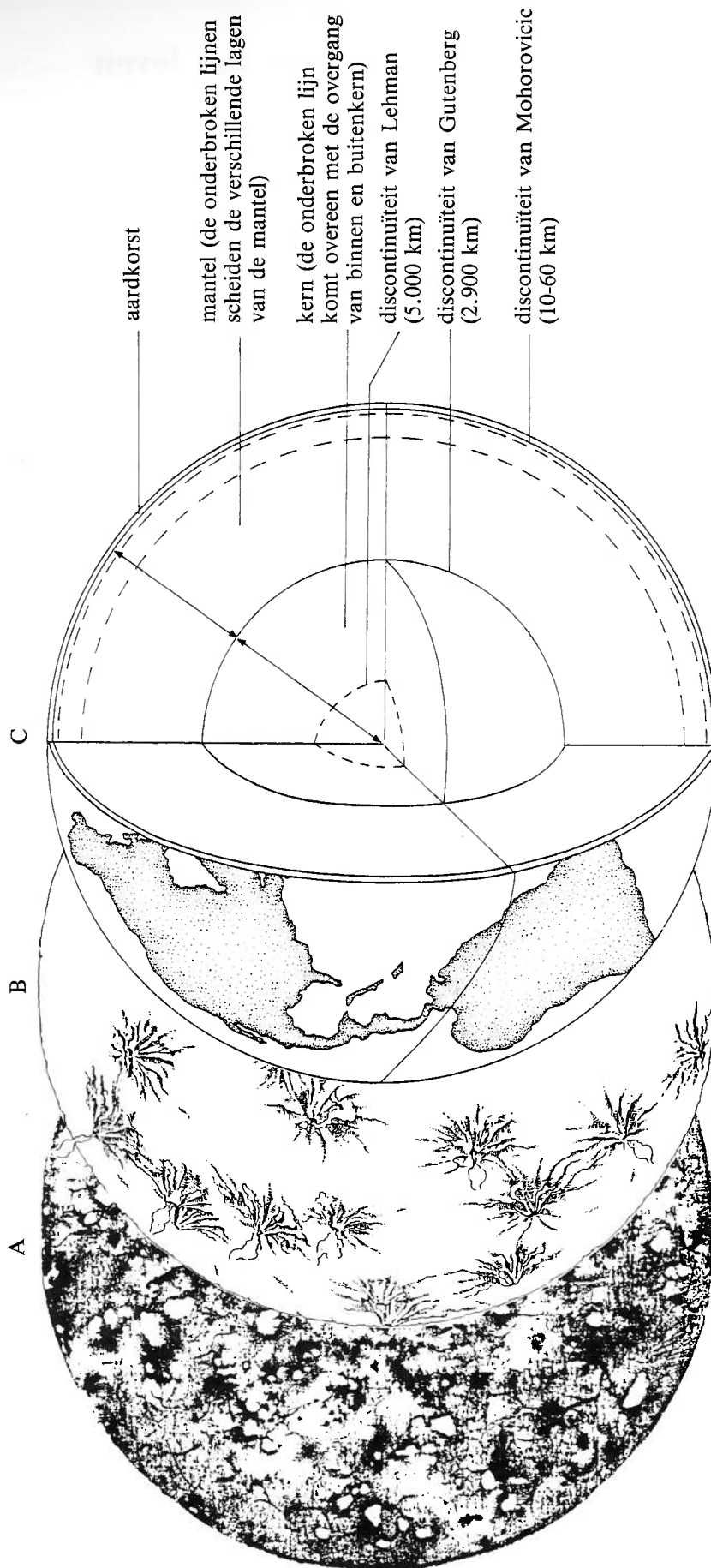


Fig. 1: Vorming en samenstelling van de aarde

A. De massa is in fusie, de elementen concentreren zich progressief naar hun dichtheid.

B. De planeet koelt af: een dunne, tere korst versterkt zich. Een belangrijke vulkanische activiteit heeft plaats, waardoor een reducerende atmosfeer ontstaat.

C. De aardkorst differentieert zich in continentale en in oceanische korst. Oceanen ontstaan en continenten tekenen zich af. Langzamerhand wordt de atmosfeer oxyderend.

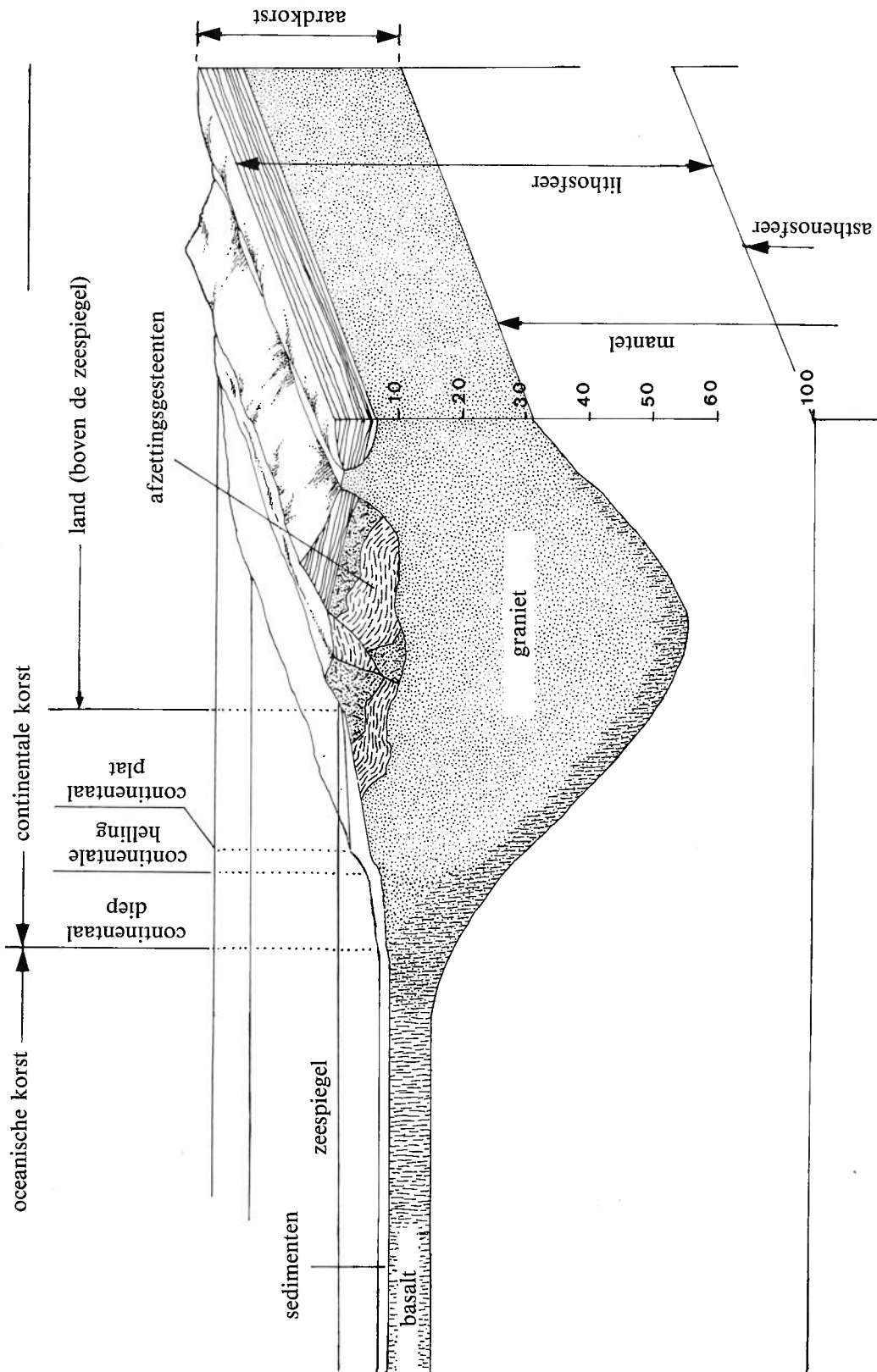


Fig. 2: Samenstelling van de aardkorst

De kustlijnen komen niet overeen met de grens continentale/ oceanische korst. De continenten lopen verder onder het water van de oceanen. Deze continentale marge bestaat uit drie delen: het zacht hellende continentale plat, de steile continentale helling, en het zacht hellende continentaal diep. Schaal in km.

— De lucht. In de accretie fase bestond de atmosfeer van de aarde uit methaangas, misschien uit waterstof, en in mindere mate uit stikstof, waterdamp en ammoniak. Deze *primitieve atmosfeer* verdween, misschien omdat ze te licht was, of omdat de aantrekking van de zon te groot was, of omdat de sterke zonnewinden ze wegveegden.

De *tweede atmosfeer* die onze aarde omringde was verbonden met de vorming van de aardkorst. Bij het begin van haar versterking had in de aardkorst, die nog niet erg hard was, een intense vulkanische activiteit plaats. De oorzaak hiervan lag in het dieper gelegen magma. Grote hoeveelheden gas (stikstof, waterdamp, koolzuurgas en ammoniak) kwamen vrij en omringden de aarde met een *reducerende atmosfeer*.

De *derde atmosfeer* was *oxyderend*. In die atmosfeer leven we vandaag. Ze werd veroorzaakt door het ontstaan van grote wateroppervlakten en eerst door de activiteit van anaërobische bacteria en nadien, rond 3.500 miljoen jaar, van de eerste chlorofylvormende organismen die zich in de wateroppervlakten vermenigvuldigden. Uitgaande van water en koolzuurgas vormen dergelijke organismen organisch materiaal en tijdens dit proces komt zuurstof vrij. In een eerste fase is deze zuurstof gebruikt geworden, om de elementen die opgelost waren neer te doen slaan (vorming van ijzerlinten of Itabirieten, ouderdom tussen 2 en 1.7 miljard jaar). Later steeg de zuurstof in de atmosfeer op, en eens de bestaande elementen gereduceerd waren, verspreidde ze zich vrij. De stapsgewijze overgang van een reducerende naar een oxyderende atmosfeer met vorming van een ozon laag, is begonnen rond 1.7 miljard jaren. Het is echter slechts 100 miljoen jaar geleden dat de zuurstofdichtheid die wij vandaag nog kennen, bereikt werd.

— Het water. Als de temperatuur voldoende gezakt was, werd de waterdamp uit de atmosfeer vloeibaar, en zo ontstonden de eerste oceanen. Onder de talrijke en belangrijke gevolgen van deze verandering vermelden we: het ontstaan van een milieu dat gunstig was voor het ontstaan van het leven, en ook het begin van de erosie van de continenten. Door die erosie ontstonden sedimenten die na versterking afzettingsgesteenten vormden. De oudste gekende afzettingsgesteenten (in Groenland) zijn 3.8 miljard jaar oud, en de eerste oceanen zijn rond dat ogenblik ontstaan.

De continenten bewegen.

De ligging van de werelddelen op de aardbol en hun ligging onderling is in de loop der tijden veranderd. Deze vaststelling steunt op verschillende soorten gegevens:

— paleomagnetische gegevens: de ferromagnetische mineralen (magnetiet) ageren zoals hele kleine kompasnaalden; ze oriënteren zich in afkoelende sedimenten of in magma's naar de polen. Bij versterking van deze sedimenten of magma's wordt deze oriëntatie gefixeerd. Men stelt vandaag vast dat in sommige gesteenten de oriëntatie van de ferromagnetische mineralen niet in

overeenstemming is met de huidige poolligging. Hieruit leidt men af dat dergelijke afzettingen na hun vorming verplaatst werden.

— paleontologische gegevens: de fossiele fauna en flora van continenten die vandaag ver uit elkaar liggen, zijn op bepaalde tijdstippen zo sterk gelijkend geweest dat men vermoedt dat die continenten verenigd waren.

— geografische gegevens: de omtrekken van sommige werelddelen laten veronderstellen dat ze vroeger in elkaar pasten.

In het begin van deze eeuw werd de theorie van de continentverschuiving door Wegener uitgedacht om enkele van die hoger vermelde vaststellingen te verklaren. Later werd de theorie verbeterd, veranderd en verfijnd en vandaag is ze gekend als *platentektoniek*. Dit is een meer globale theorie. Ze houdt rekening niet alleen met de beweging van de continenten, maar ook met de vorming van de gebergten (orogeneses), het vulcanisme, en de aardbevingen.

De aardkorst (continentale en oceanische korst) vormt met het bovenste deel van de aardmantel een steenschaal (lithosfeer) met een gemiddelde dikte van 100 km. Ze is ingedeeld in platen en glijdt op het viskeus deel van de mantel (asthenosfeer), waarin zich convectiestromen bevinden (Fig. 3).

De platen zijn begrensd door oceanische ruggen, lange slenken die afgeboord worden door oceanische kammen die zich op oceanbodems uitstrekken, en door de oceanische slenken, diepe depressies die tot 11.000 m diep kunnen zijn en al dan niet de continenten begrenzen. Onder de invloed van de stijgende convectiestromen, komt magma naar boven in de oceanische ruggen, bereikt het aardoppervlak, verhardt er en veroorzaakt de verbreding van het oppervlak van de oceanbodem (expansie- of accretie-zone). Deze vergroting van het oceanbodemoppervlak moet gecompenseerd worden door een vermindering van oppervlakte op een andere plaats. Deze vermindering gebeurt aan de oceanische slenken waar de lithosfeer in de mantel verdwijnt (subductie-zone, gepaard met grote seismische en vulkanische activiteit). Wanneer dergelijke subductie-zones aan de rand van een continent liggen zijn ze de oorzaak van de vorming van bergketens langs de kust (zoals de Andes bv.) (Fig. 4). Indien de subductie-zones midden in de oceaan liggen dan ontstaan er eilandenbogen (zoals de Koerillen, bij Japan) gepaard met afgezonderde marginale zeeën (Japanse zee) (Fig. 5).

De uitbreiding van oceanbodemoppervlak vanaf oceanische ruggen en het verdwijnen van oceanbodem in de mantel ter hoogte van de oceanische slenken heeft als gevolg dat de lithosfeer op de asthenosfeer glijdt en dat de continentale massa's zich verplaatsen. De verschuiving van de lithosferische platen kan tot gevolg hebben dat twee continenten tegen elkaar botsen, en dan ontstaat hierdoor een bergketen (Himalaya, Pyrenéeën) (Fig. 6). In vele gebieden zijn collisie ketens ontstaan na subductie-ketens die reeds aanwezig waren vooraleer de continenten met elkaar in contact waren gekomen.

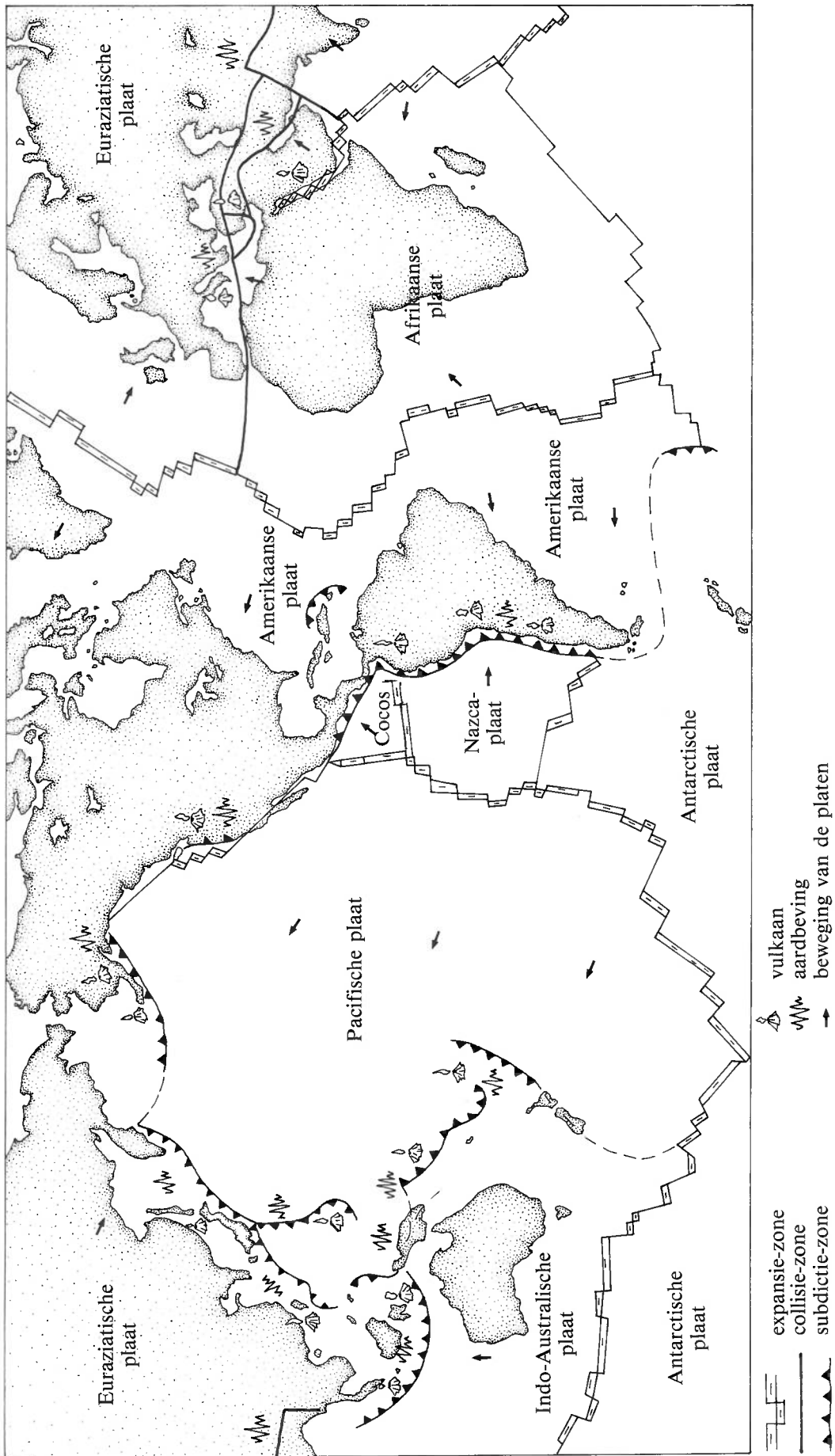


Fig. 3: Ligging van de belangrijkste lithosferische platen. De pijltjes duiden de beweging van de platen onder elkaar aan.

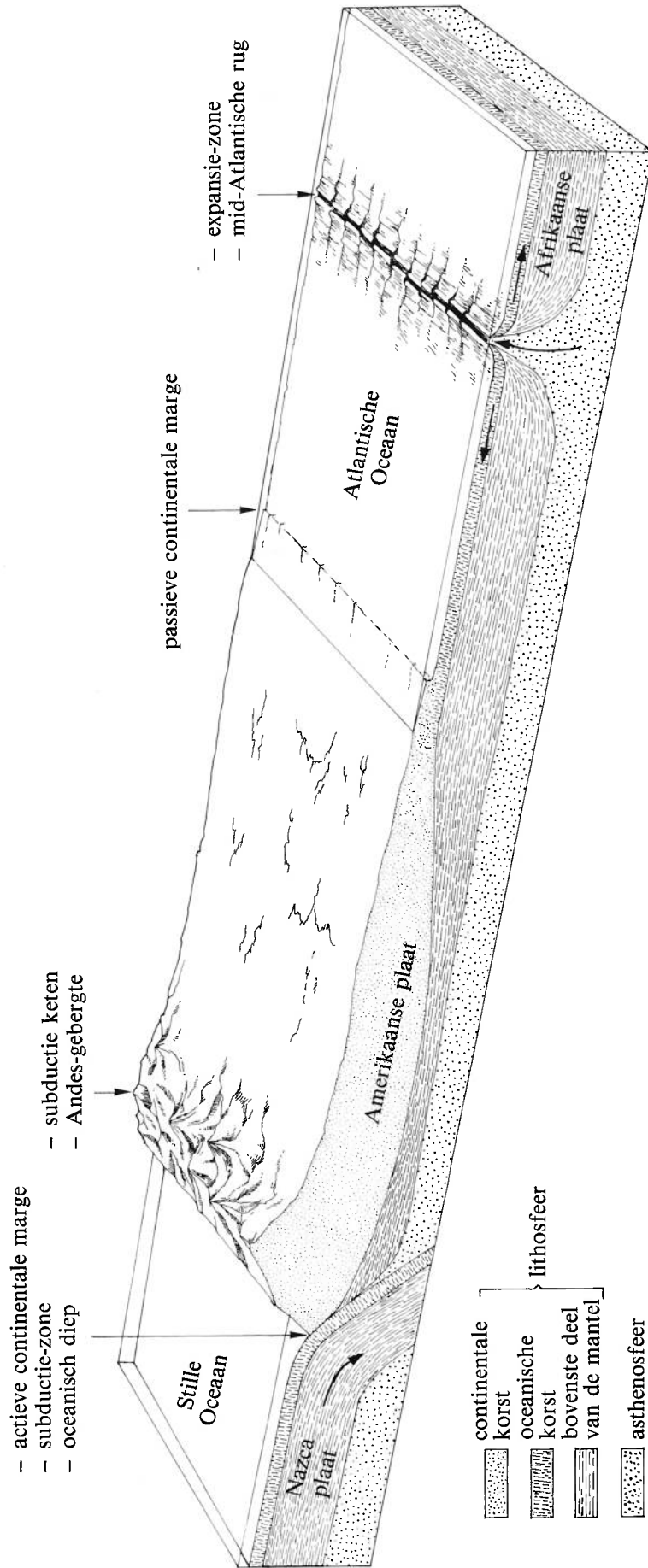


Fig. 4: Schematische voorstelling van het contact tussen de Amerikaanse en Afrikaanse platen (expansie zones) en van de Amerikaanse en Nazca platen (subductie-zone). Niet op schaal.

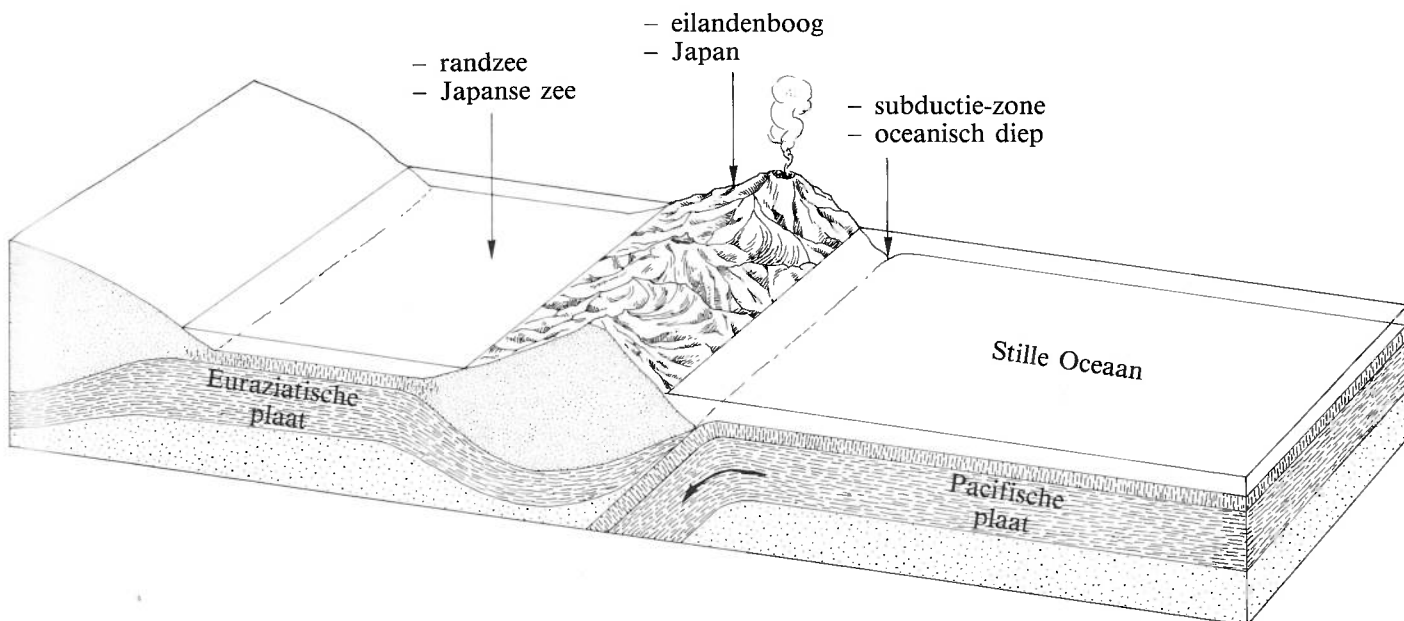


Fig. 5: Schematische voorstelling van het contact tussen de Pacifische en Euraziatische platen (subductie-zone) met vorming van een eilandenboog. Niet op schaal.

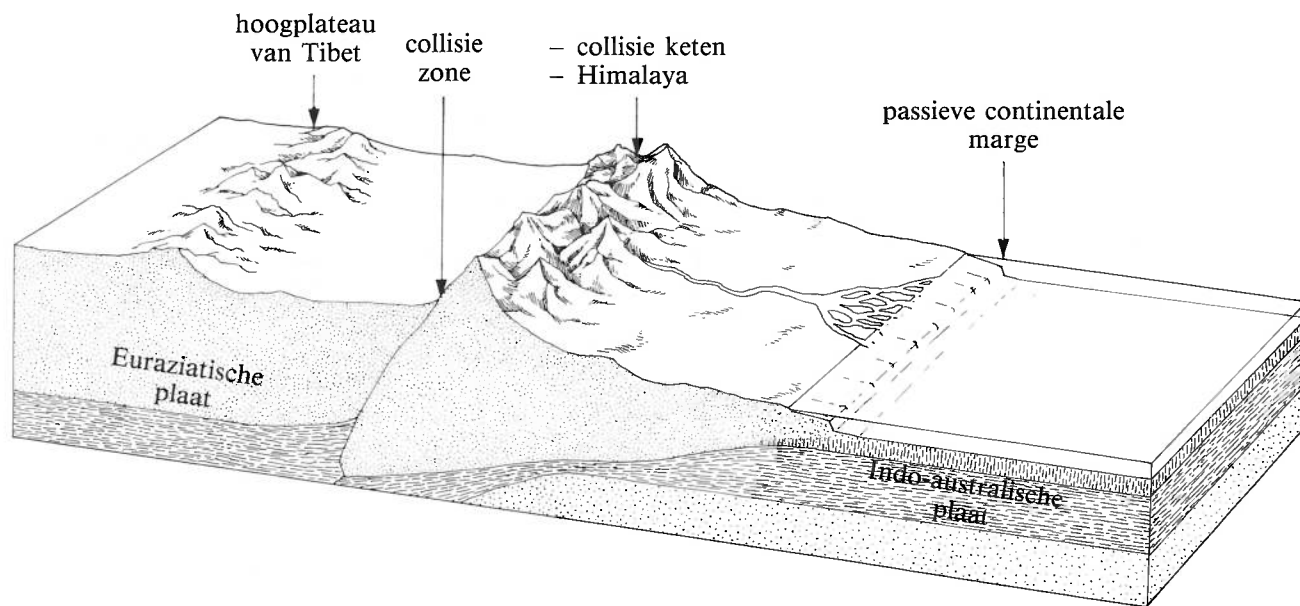


Fig. 6: Schematische voorstelling van de collisie van de Indisch-Australische plaat met de Euraziatische plaat met oprichting van de Himalaya keten. Niet op schaal.

De grote stappen.

— *Het Precambrium*

Dit is de langste en meest obscure periode van de geschiedenis van de aarde. Ze begint met het ontstaan van de aarde (4.5 miljard jaar geleden) en eindigt rond 570 miljoen jaar. In ongeveer 4 miljard jaar gebeurde heel wat maar die gebeurtenissen lieten in vele gevallen slechts moeilijk ontcijferbare aanduidingen na.

Tussen 4.5 en 2 miljard jaar isoleerden de eerste granitische massa's zich progressief. Ze waren omgeven door beweeglijke banden, onstabiele mariene depressie's, waarin sedimenten opgehoopt werden die zich in de diepte, onder de invloed van sterke druk en van hoge temperaturen, omvormen tot metamorfe gesteenten. Rond 2 miljard jaar beginnen de grote continentale massa's zich af te tekenen. Zuid-Amerika en Afrika zijn verenigd. Misschien vormden ze reeds toen samen met Australië, Antarctica en het Indisch subcontinent, het supercontinent Gondwana. Noord-Amerika, Groenland, Europa (en Azië?) vormden ook een geheel dat zich rond 1.4 miljard jaar gedeeltelijk verenigde met Gondwana, en zo een begin van Pangaea vormde. Rond 1 miljard jaar splitste deze landmassa zich gedeeltelijk: een "proto-Atlantische oceaan" scheidde Noord-Amerika en Groenland van het Europees blok. Uitgebreide epicontinentale zeeën bedekten deze continenten gedeeltelijk.

Zo zag de aarde er uit toen de eerste levende organismen ontstonden. Rond 4-3.5 miljard jaar greep de synthese van niet levend organisch (= prebiotisch) materiaal plaats in een zeer reducerend milieu, d.w.z. zonder of met zeer weinig zuurstof, maar rijk aan methaangas en onder de directe invloed van zonnestralingen.

Men aanvaardt dat het leven ontstond door een langdurig scheikundig proces. Door reacties die nog niet goed gekend zijn werd anorganische materie omgevormd tot organische moleculen van steeds groter wordende complexiteit; van zodra ze levend werden produceerden ze energie door gisting, en plantten ze zich voort door deling.

De eerste levende organismen waren microscopisch klein. Stromatolieten zijn de oudste duidelijke vorm van leven, 3.5 miljard jaar oud. Vandaag ontwikkelen zich in ondiepe warme zeeën (zoals bv. langs de kusten van de Bahamas) nog dergelijke structuren. Ze kunnen verschillende vormen aannemen: zoals een tapijt, een bol of een dikke peiler en zijn opgebouwd uit kalkachtige of kiezelachtige lamellen; ze worden gevormd door bacteriën en blauwwieren, ook Cyanophyta genoemd.

Deze microorganismen behoren tot de procaryoten: dit zijn ééncelligen bij wie het genetisch materiaal niet in een centrale kern geconcentreerd is, en hun voortplanting is asexueel (ongeslachtelijk). De blauwwieren zijn de oudste levende organismen die konden ademen en die bladgroen hadden. In aanwezigheid van zonlicht konden ze uit koolzuurgas en water organische stoffen opbouwen (fotosynthese). Ze zijn vooral talrijk vanaf 2 miljard jaar in milieus die na de ontwikkeling van de

ozon laag beschermd waren voor de ultraviolette straling van de zon. Het ontstaan van eucaryoten, anders gezegd van cellen die hun genetisch materiaal in een kern verzameld hebben en die een seksuele voortplanting hebben, is bewezen in afzettingen die ongeveer 1 miljard jaar oud zijn in Bitter Springs in Australië. Op dat ogenblik bevonden zich talrijke groenwieren in de ondiepe zeeën, langs kusten of in lagunes.

Vanaf 750 miljoen jaar bevatten afzettingsgesteenten sporen van Metazoa — en dit zowel in Australië (de Ediacara fauna), als in Engeland, in Groenland, en in Rusland. Het zijn overblijfselen van kwalen, wormen, weekdieren, die geen harde delen hebben en die bewaard zijn door uitzonderlijke fossilisatie omstandigheden. Deze fossielen bewijzen dat op het einde van het Precambrium het merendeel van de ongewervelde diergroepen reeds bestond. Ze laten echter niet toe de overgang van eenvoudige ééncelligen naar meer complexe organismen te begrijpen.

— *Het Paleozoïcum* (Fig. 7)

Gedurende het Cambrium, Ordovicium en Siluur komen enerzijds Noord-Amerika en Groenland en anderzijds Europa dicht bij elkaar en in het Devoon liggen ze bij elkaar. Tijdens het Carboon en het Perm verenigen ze zich verder, het Aziatisch blok botst tegen Gondwana en zo vormen de continenten samen één enkel supercontinent Pangaea. De Noordamerikaanse en Europese platen komen met elkaar in aanraking in het Siluur en dit doet de Caledonische bergketens ontstaan (bv. in Schotland en de Appalachen in Noord-Amerika). De aansluiting van Gondwana met de Europese plaat zou de oorzaak zijn van het ontstaan tijdens het Carboon van de Hercynische ketens waarvan de Ardennen deel uitmaken. Zo ontstond ook de Oeralketen aan de grens van de Europese en Aziatische plaat.

Van bij het begin van het Cambrium waren dieren aanwezig met een uitwendig "skelet". Een rijke mariene fauna bevatte koralen, brachiopoden, tweekleppigen, slakken, nautiloiden (cephalopoden), trilobieten (geleedpotigen) en stekelhuidigen.

In het Ordovicium ontwikkelden zich de graptolieten. De geleedpotigen waren vooral door trilobieten vertegenwoordigd, maar ook andere, sterk verschillende dieren behoorden tot deze diergroep. Ze varieerden in afmeting van millimetergrote ostracoden tot een 2 m lange *Pterygotus*.

In het midden van het Ordovicium, ongeveer 450 miljoen jaar geleden, begon de flora zich op het land te ontwikkelen. Fijne cel-membranen die op cuticula's (beschermende planten-huidjes) leken, waren de eerste getuigen van korstvormig landleven. Tijdens het Boven-Ordovicium verdwenen meer dan 20% van alle dan levende dierfamilies. Dit fenomeen dat als massale extinctie gekend is, was vooral duidelijk bij de trilobieten, de graptolieten en de koralen. Over de oorzaken van dit uitsterven wordt nog steeds gediscussieerd: verandering van het niveau of van de samenstelling van de oceanen of ijstijden?

Het Siluur was ook nog door graptolieten gekenmerkt, maar hun belang nam progressief naar het einde van de periode af. Rond 430 miljoen jaar was de aanwezigheid op het land van fragmentjes van kleine staafvormige structuurtjes het bewijs dat plantjes opgericht van de grond groeiden. *Cooksonia* was de eerste vaatvormende landplant: deze plant had weefsels die water en sappen leidden. Ze verscheen rond 415 miljoen jaar. Ze had tengere bladloze stengels van enkele cm; op het einde van de stengels zaten sporangiën, een soort beschermzakje die de sporen voor de voortplanting bevatten.

In het Devoon waren trilobieten duidelijk minder talrijk, maar brachiopoden en goniatieten (cephalopoden) duidelijk talrijker. De constructie van riffen door koralen en stromatoporen, die reeds bestonden in het Siluur, kende haar hoogtepunt. De graptolieten verdwenen in het Onder-Devoon. Gepantserde kaakloze vissen, die schuchter ten tonele waren verschenen in het Ordovicium, en vissen met kaken, bevolkten de zeeën. De eerste amfibieën waren ook reeds aanwezig. Op het einde van het Devoon, rond 365 miljoen jaar, vindt men de eerste zaden. Ze duiden op het bestaan van een geëvolueerde sexuele (geslachtelijke) voortplanting bij de planten.

Tussen het Frasniaan en het Famenniaan vond een tweede extinctie van de fauna plaats: de zeer gediversifiëerde ecosystemen van het Frasniaan werden in het Famenniaan vervangen door milieus met weinig ecologische verscheidenheid en met een arme fauna.

Vanaf het Carboon was het landleven uitgebreid aanwezig. Wouden met grote bomen hadden zich ontwikkeld in gebieden met een warm en vochtig klimaat. *Lepidodendron* soorten, verwant met de thans nog levende *Lycopodium* groep (ook gekend onder de naam wolfsklauw), bereikten een hoogte van 15 tot 30 m. *Calamites* soorten, verre verwanten van de paardestaartachtigen van onze moerassen, konden een stengel hebben van een tiental m. De zaaddragende boomvarens hadden bladeren die op die van onze huidige varens lijken. Het fossiliseren van deze planten deed een deel van de steenkoollagen ontstaan.

Gymnospermen (Naaktzadigen) zoals bv. de coniferen (naaldbomen) verschenen op het einde van het Carboon. Deze planten vormden geen bloemen maar hadden op verschillende kegels of mannelijke voortplantingsorgaantjes, die stuifmeel droegen, of vrouwelijke onbedekte (= niet in een zaadbeginsel ingesloten) voortplantingsorgaantjes.

In deze uitgestrekte wouden leefden vooral geleedpotigen: duizendpoten, waarvan sommige 3 m lang werden, reusachtige waterjuffers en indrukwekkende spinnen.

De gewervelde dieren diversifiëerden zich: men kent uit die periode talrijke amfibieën en de eerste reptielen, en zelfs hiervan afgeleid zoogdierachtige reptielen die later het ontstaan aan de zoogdieren gaven. In de mariene milieus waren sommige ongewervelde dieren zoals brachiopoden en koralen veelvuldig aanwezig. In

het Perm hadden de geleedpotigen meer bescheiden afmetingen, eerder vergelijkbaar met die die ze vandaag nog hebben. De reptielen diversifiëerden zich verder.

Op het land verdwenen de reusachtige planten van het Carboon en een woestijnvorming had plaats.

De naaktzadigen ontwikkelden zich verder. De laatste trilobieten stierven uit. Op het einde van het Perm was er een massale extinctie, veruit de belangrijkste voor het Paleozoïcum: meer dan 50 % van alle families mariene invertebraten verdwenen (sommige auteurs hebben geschat dat 90 tot 96 % van alle soorten mariene invertebraten op dat ogenblik verdween). Dit massaal uitsterven zou te wijten zijn geweest aan een grote mariene regressie, die gepaard ging met de vorming van Pangaea en van het onstabiele klimaat dat hiervan het gevolg was.

— Het Mesozoïcum (Fig.7)

Dit tijdperk werd gekenmerkt door het uitéenvallen van Pangaea. In het Trias begon deze verdeling. In het Jura opende zich voor het eerst de pre-Noordatlantische Oceaan. Een uitgestrekte zee, de Tethys, scheidde het noordelijk continent Laurasia (Noord-Amerika, Groenland en Eurazië) van het zuidelijk continent Gondwana (Zuid-Amerika, Afrika, Antarctica, Indië, Australië). Tijdens het Krijt werd eerst de Noordatlantische Oceaan breder, en dan later opende en verbreedde ook de Zuidatlantische Oceaan zich. Intussen versmalde de Tethys en zo onstond een ligging van de continenten die begint te lijken op die van vandaag.

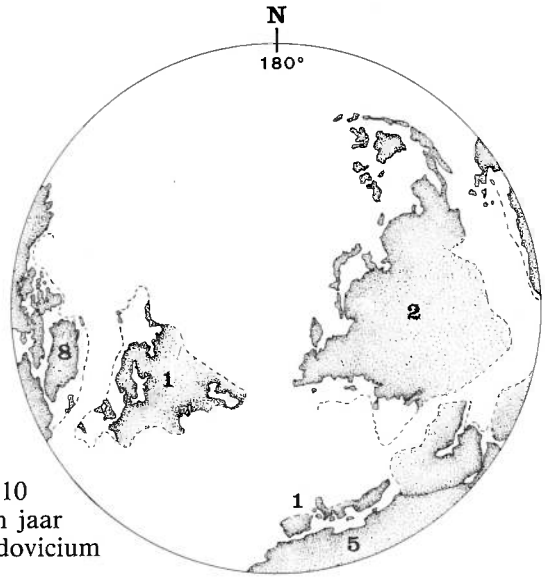
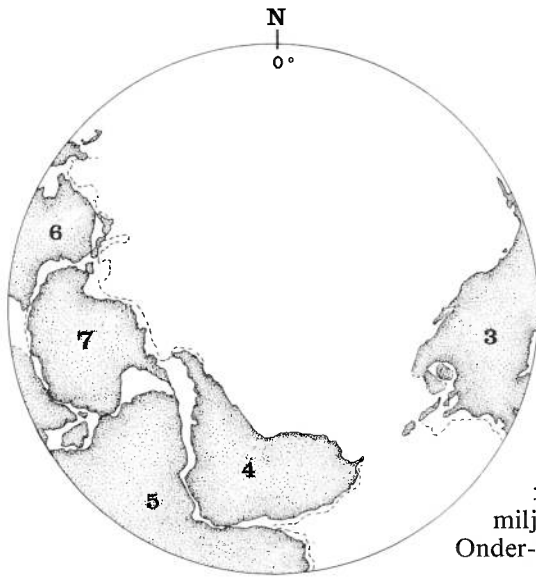
De mariene invertebraten (hexakoralen, weekdieren, zeeëgels) waren in volle expansie. De vertebraten fauna werd door de dinosauriërs overheerst waarvan de eerste vertegenwoordigers in Trias-afzettingen werden gevonden. De oudste zoogdieren kwamen in het Boven-Trias voor. Het waren kleine insectenetende dieren die leefden daar waar dinosauriërs zeldzaam waren. Gedurende het gehele Mesozoïcum bleven ze weinig gediversifiëerd en niet erg talrijk.

De Mesozoïsche landflora was erg verschillend van die uit het Paleozoïcum; ze is gekenmerkt door de ontwikkeling van varens en van nieuwe gymnospermen. Zo verschenen in het Trias de cycadaceën (hun korte stam eindigt in een bladeren kroon zoals bij de recente palmbomen) en de gingko's en beide groepen werden erg talrijk. Ook de naaldbomen werden zeer talrijk.

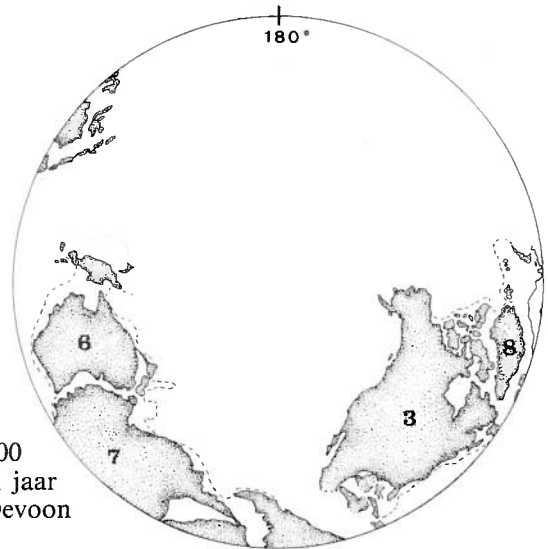
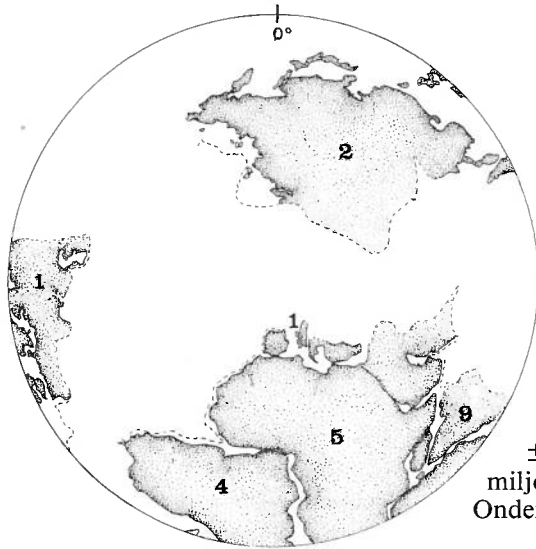
In het Jura ontwikkelden zich zeer veel verschillende reptielen: o.a. leefde toen de dinosauriër *Brachiosaurus*, het grootste landdier dat ooit heeft geleefd, ichtyosauriërs die zich aan het leven in zee hadden aangepast, en *Archaeopteryx* die vliegpogingen ondernam.

Ook in het Krijt leefden vele dinosauriërs waarvan *Iguanodon* en *Tyrannosaurus* wel de best gekende zijn.

In Krijt afzettingen werden de eerste zekere bedektzadigen gevonden (angiospermen); hun ontstaan is de laatste belangrijke stap van de evolutie in het plantenrijk. Deze planten vormen bloemen, en hun zaden zitten in een vrucht; ze zijn de plantengroep die nu in het merendeel van de milieus het meest verspreid is.



± 510
miljoen jaar
Onder-Ordovicium



± 400
miljoen jaar
Onder-Devoon



± 340
miljoen jaar
Onder-Carboon



± 270
miljoen jaar
Perm



Fig. 7: Ligging van de continenten op verschillende tijdstippen van de geschiedenis van de Aarde (naar BRIDEN, DREWRY & SMITH, 1974). Voor het Onder-Ordovicium en voor het Onder-Devoon worden twee zijden van de Aarde getoond. Voor de andere periodes, is slechts één zicht van de wereldbol getoond. 1 = Europa (tot in het Carboon is Zuid-Europa verbonden met het Afrikaans blok); 2 = Azië; 3 = Noord-Amerika; 4 = Zuid-Amerika; 5 = Afrika; 6 = Australië; 7 = Antarctica; 8 = Groenland; 9 = Indië. De onderbroken lijn komt overeen met de grens van het continentaal plateau.

Op het einde van het Mesozoïcum stierven veel groepen uit: zo verdwenen dinosauriërs, mosasauriërs, en bij de invertebraten bv. de ammonieten, belemnieten, rudisten. De brachiopoden werden veel minder talrijk. Het Mesozoïsche microplancton verdween bijna volledig. De Cycadopsida en Gingkoales werden zeldzamer. De bomen die wij vandaag kennen, zoals de notelaar, de eik, de esdoorn en de wilg verschijnen.

Deze extincties waren niet plots maar eerder progressief en het verminderen van het belang van een groep had verschillende oorzaken die met elkaar verbonden waren: verlagen van het zeeniveau en klimaatsverandering (afkoeling), ook vulkanische uitbarstingen die misschien grote bosbranden hadden aangestoken.

— *Het Kenozoïcum* (Fig. 7)

Gedurende het Tertiair namen de continenten de plaats in die ze vandaag nog hebben. Door de verdere verbreding van de Atlantische Oceaan verwijderde het Amerikaanse continent zich van Europa en Afrika. Australië lag volledig afgezonderd, los van Antarctica. Het Indisch subcontinent verwijderde zich van Afrika, en dreef noordwaarts; bij de botsing met de Eurasiatische plaat ontstond de Himalaya keten. Afrika kwam dicht bij Europa. De Tethys versmalde meer en meer: door de botsing van de Afrikaanse en Euraziatische platen ontstonden de alpiene ketens.

De mariene fauna was erg vergelijkbaar met die van vandaag; ze werd beheerst door vissen, weekdieren en stekelhuidigen.

Het uitsterven van de dinosauriërs op het einde van de vorige era werd gevolgd door een spectaculaire ontwikkeling van de zoogdieren; ze bevolkten alle niches die door het uitsterven van de dinosauriërs vrij kwamen en werden de belangrijkste groep landdieren.

De oudste overblijfselen van mensapen werden ontdekt in Afrikaanse afzettingen van het Mioceen. Ook

de oudste directe voorouders van de mens werden op het Afrikaanse continent gevonden. Ze zijn tenminste 4 miljoen jaar oud. Ongeveer 1 miljoen jaar geleden verlieten de hominiden Afrika en bevolkten Azië en Europa, waar ze verder evolueerden. Ze leken 100.000 jaar geleden reeds erg op de mens van vandaag. Op dat ogenblik was Europa bevolkt door Neandertalers waarvan de mensen van Spy beroemde voorbeelden zijn. De Neandertalers werden 30.000 jaar geleden vervangen door Cro-Magnon mensen die anatomisch modern zijn en wellicht uit Azië of Afrika afkomstig waren.

Vanaf het Cenozoïcum had de plantengroei een erg modern aspect. De sterke ontwikkeling van grassen van Oligoceen tot het Mioceen gaat gepaard met die van de grote herbivore zoogdieren.

De moderne tijd heeft de tectonische platen niet vastgelegd! Ze bewegen verder (de afstand tussen Europa en Afrika enerzijds en Amerika anderzijds neemt jaarlijks met ongeveer 2 cm toe) en men kan in navolging van de Amerikaanse geoloog SCOTSE dromen over de toekomstige aanblik die de aarde zal bieden. In 100 miljoen jaar zal de Atlantische Oceaan de meest uigestreckte oceaan van de aarde zijn. Nieuwe bergketens zullen op aarde ontstaan zijn o.a. als gevolg van de fusie van Afrika met de Euraziatische plaat. De Middellandse Zee zal verdwenen zijn.

Later zal de Stille Oceaan opnieuw zijn volle belang krijgen terwijl de Atlantische Oceaan opnieuw zal versmallen. Amerika zal dicht bij Afrika en Eurazië komen. Australië en Antarctica zullen samen naar de andere continenten afdrijven. Na ongeveer 250 miljoen jaar zal aldus een nieuwe Pangaea ontstaan zijn en bergketens langs de collisiefronten zullen de grenzen aangeven van de oude continenten.

Vertaling: Annie V. Dhondt

Schubben, veren en melk: een zicht op de geschiedenis van de gewervelden

door Mietje GERMONPRÉ

De oudste gewervelden leefden ongeveer 500 miljoen jaar geleden. Hun geschiedenis is in een reeks gefossiliseerde overblijfselen vastgelegd.

Alleen in bepaalde gesteenten, zoals kalksteen of zandsteen, en in losse sedimenten kunnen de overblijfselen van lang geleden gestorven dieren bewaard blijven. Tussen de dood van een dier en de vondst van zijn fossiele resten ligt een lange weg. Blootgesteld aan water of lucht worden organische resten vlug afgebroken. De weke delen verdwijnen het eerst. Beenderen en tanden bieden langer weerstand en maken de grootste kans om te fossiliseren. Een snelle inbedding alleen is niet voldoende voor een mogelijke fossilisatie. De aard van het sediment en de activiteit van het bodemleven beïnvloeden de bewaring van de bedolven resten. Zelfs in de gunstigste omstandigheden vertegenwoordigen de teruggevonden fossielen slechts een zeer klein percentage van het oorspronkelijke aantal dieren die vroeger geleefd hebben.

Dank zij het fossiele materiaal kan de oorsprong van de anatomische structuren van het skelet opgespoord worden en kan de invloed van het veranderende milieu op het evolutiepatroon worden nagevolgd.

De verschuiving van de continenten, het ontstaan en verdwijnen van oceanen, de uitgestrektheid van de ondiepe zeeën en de barrières gevormd door bergketens en klimaten bepalen de verspreiding van de vertebraten. Tegenwoordig komen over gans de wereld verspreid meer dan 40.000 soorten gewervelden voor. De vissen maken het leeuwedeel uit van de gewervelden. Zowel in zee als in zoetwater komen ze voor. De landbewoners zijn meestal viervoeters, sommige lopen op hun achterpoten, andere hebben geen ledematen.

Ingepakt in been

Lampreien en slijmprikken — kleine aalachtige dieren — hebben niet zoals de andere vissen kaaksbeenderen of pare vinnen. Het zijn de enige overlevenden van een groep van primitieve vissen: de Agnatha of de kaaklozen (Fig. 1). De oudste resten van primitieve kaakloze vissen stammen uit het Ordovicium en zijn ongeveer

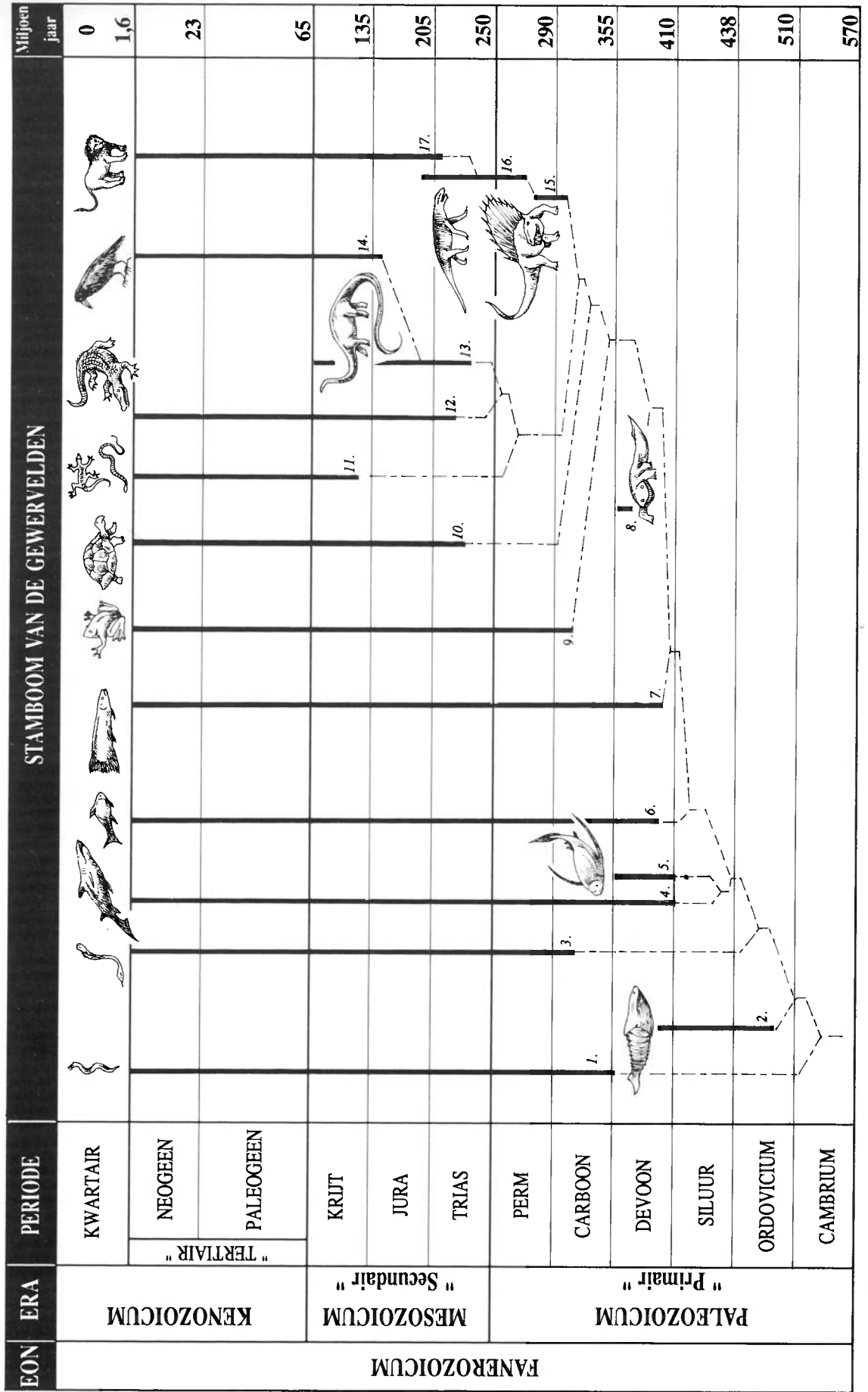
500 miljoen jaar oud. Deze pantservissen leefden in ondiepe zeeën. Een benig pantser bedekte hun kop; op hun romp groeiden grote benen platen; zo beschermden ze zich tegen de aanvallen van roofdieren zoals de zeeschorpioenen. Ze zwommen dicht boven de zeebodem en pikten daar organisch afval op. Sommige kaakloze vissen droegen lichtere schubben en hadden een gelobte staart zodat ze gemakkelijker konden bewegen. Ze aten plankton. De pantservissen stierven uit op het einde van het Devoon, ongeveer 355 miljoen jaar geleden.

Een uiterst belangrijke stap in de evolutie van de vertebraten was de ontwikkeling van kaaksbeenderen. Deze ontstonden uit een van de voorste kieuwbogen die oorspronkelijk de kieuwen verstevigden. De muil werd ondersteund, de beet krachtiger; de vissen konden nu moeilijke prooien aan.

De placodermen, een van de oudste groepen van de kaakvissen of Gnathostomata, leefden dichtbij de kust en in lagunes. Sommige kolonizeerden het zoete water

Fig. 1: Stamboom van de gewervelden

- Kaakloze vissen:
 - 1: Slijmprikken
 - 2: Pantservissen
 - 3: Lampreien
- Kaakvissen:
 - 4: Kraakbeenvissen
 - 5: Placodermen
 - 6: Straalvinnigen
 - 7: Spiervinnigen
- Amfibieën:
 - 8: *Ichthyostega*
 - 9: Overige amfibieën
- Reptielen:
 - 10: Schildpadden
 - 11: Hagedissen en slangen
 - 12: Krokodillen
 - 13: Dinosauriërs
- Vogels:
 - 14
- Zoogdierachtige reptielen
 - 15: Pelycosauriërs
 - 16: Therapsiden
- Zoogdieren:
 - 17



van rivieren en meren. Ook hun kop was beschermd door een zwaar pantser, maar een deel van de romp en de staart was vrij. Ze hadden in plaats van echte tanden beenplaten in hun mond. *Dunkleosteus* (Fig. 2), de grootste van de placodermen, werd meer dan drie meter lang. De meeste van deze vissen hadden een lengte van ongeveer 30 cm. Ze verschenen voor het eerst in het Devoon en stierven uit in het begin van het Carboon, ongeveer 350 miljoen jaar geleden.

Vinnen en graten

De kraakbeenvissen (Chondrichthyes), waartoe de haaien, roggen en draakvissen behoren, treden op vanaf het vroege Devoon. Ze hadden kaken met benige tanden en een kraakbeenskelet. Vinstralen uit kraakbeen ondersteunden de vinnen. Bij bepaalde soorten was de romp met benige schubben bedekt. Tand en schubben werden gans het leven door vervangen. Heel wat moderne

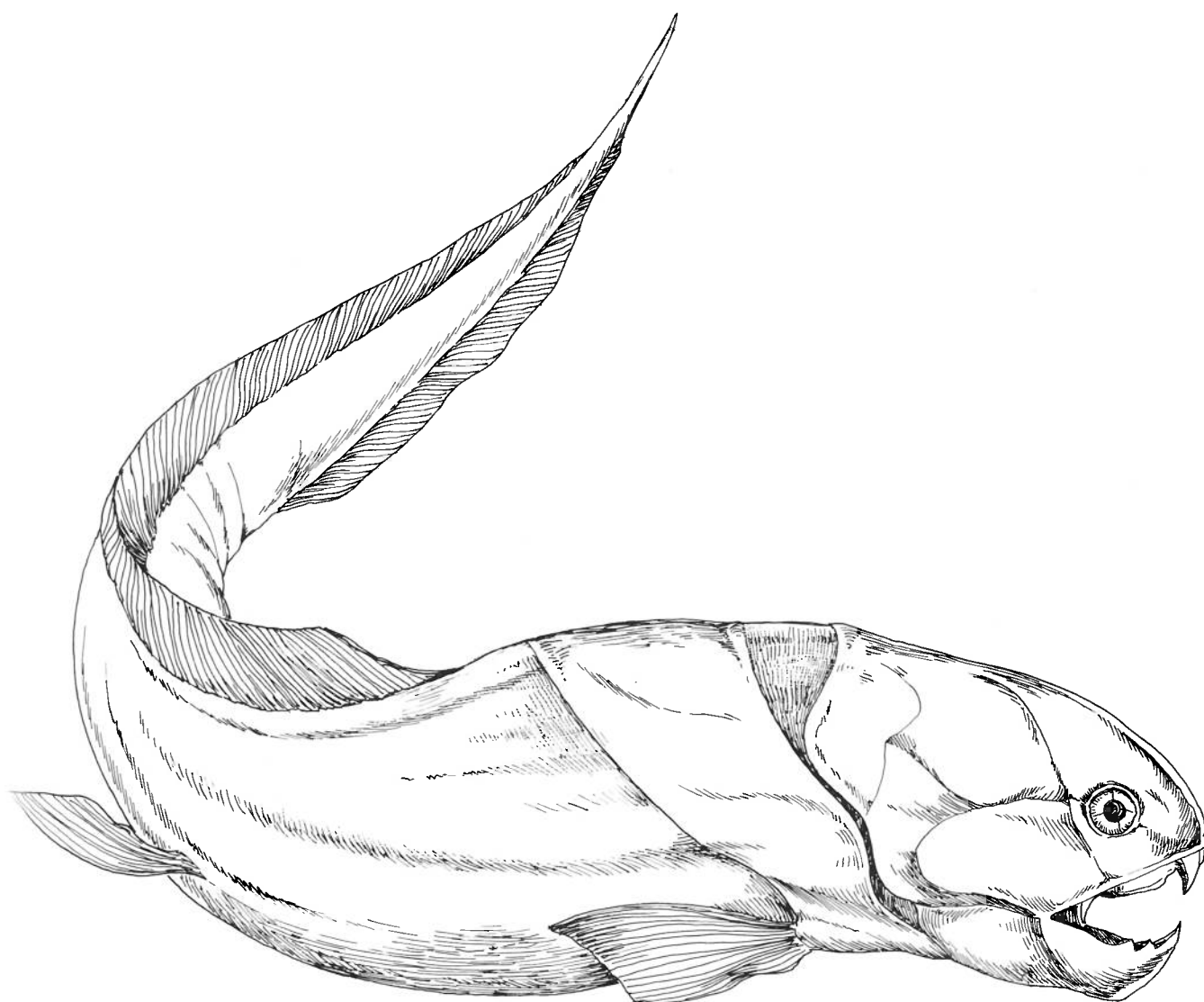


Fig. 2: *Dunkleosteus* was met zijn lichaamslengte van drie meter een van de grootste vissen uit de Devoon-periode.

haaienfamilies bestaan reeds sinds het einde van het Jura ongeveer 140 miljoen jaar geleden. Toen al waren ze de overheersende roofvissen.

De succesrijkste groep van alle gewervelden zijn de beenvissen (Osteichthyes). Momenteel leven er ongeveer 21.000 soorten. Ze hebben een volledig of gedeeltelijk verbeend skelet, plaatvormige schubben, een kieuwdeksel en een zwemblaas of longen. Reeds vroeg in het Devoon worden twee groepen onderscheiden: de straalvinnigen of Actinopterygii en de spiervinnigen of Sarcopterygii.

Zalmen, forellen, baarzen, kabeljauwen en zeepaardjes zijn voorbeelden van straalvinnigen. De eerste straalvinnigen leefden in zee, maar later zwommen ze ook de rivieren op. De zware rechthoekige schubben van de primitieve vormen waren bedekt met glazuur, benige parallelle vinstralen ondersteunden de vinnen. Later werden de schubben licht en rond zodat het lichaam beweeglijker werd. De dieren ontwikkelden een tweelobbig staart waardoor ze sneller door het water konden stevenen.

De eerste moderne straalvinnigen (Teleostei) stammen uit het Trias; het waren kleine haringachtige dieren. De schedel en de kaken werden nog steviger om de prooi beter te kunnen vastgrijpen.

Een vin om op te staan

De oervorm van alle gewervelde landdieren situeert zich in de groep van de spiervinnige vissen. De spiervinnigen hebben naast kieuwen ook primitieve longen. Ze kunnen met hun lange, lobvormige vinnen op de bodem "wandelen". Vandaag komen nog vier geslachten voor: de coelacant, die pas in 1938 in de wetenschappelijke wereld bekend raakte, en de Zuid-Amerikaanse, Afrikaanse en Australische longvissen. Fossiele resten van de eerste longvissen worden gevonden in Noord-Amerika, Europa en Australië. De huidige longvissen komen nu nog enkel voor in rivieren en meren van de continenten van het zuidelijk halfrond.

Wanneer bij perioden van droogte het waterpeil van de rivieren daalt, kunnen sommige longvissen zich ingraven in de modder en er "overzomeren". Dan ademen ze lucht. De longen van de recente coelacant zijn omgevormd tot een met vet gevuld orgaan.

Land in zicht

Een uitgestorven groep van de spiervinnigen ligt aan de basis van alle viervoeters of Tetrapoda. Mede door hun longen leken deze vissen voorbestemd om aan land te gaan. De rangschikking van de botjes in de vinnen van deze vissen is vergelijkbaar met deze in de poten van amfibieën. De oudste resten van gewervelde landdieren (Fig. 3) dateren van het late Devoon en worden gevonden in Groenland. Toen maakte Groenland deel uit van Euramerika, een continent dat op de evenaar lag.

Het was in die periode dat planten met een hoge groei zich over de laagvlakten uitbreidden. Het klimaat was warm maar werd droger in het late Devoon. Wolfsklauwachtigen groeiden langs de oevers van lagunes en rivieren. Wanneer het waterpeil tijdens de droge seizoenen zakte, kropen de eerste viervoeters van de ene plas naar de andere; vissen die op het droge lagen te spartelen waren voor hen een gemakkelijke prooi. De zwaargebouwde, paleozoïsche amfibieën hadden een leerachtige huid en schubben op hun buik en staart. Ze legden hun eieren in het water. De larves hadden kieuwen, bij de metamorfoze verkregen ze longen en poten. Naast viseters kwamen ook insektenetende vormen voor.

Tijdens het Carboon trad een grote verscheidenheid aan amfibieën op. Tropische moerassen en steenkoolwouden strekten zich uit over het zuiden van Euramerika. Reusachtige wolfsklauwen, paardestaarten en boomvarens groeiden er. Nieuwe omgevingen zoals de beschaduwde ondergroei in de wouden waren zeer geschikt voor de ontwikkeling van verscheidene types viervoeters.

In het late Carboon groeiden voor het eerst planten op de hoogvlakten. Tijdens het Perm, toen de grote landmassa's samendreven en Pangaea (p. 21) vormden, konden de viervoeters van Euramerika zich over dit verenigde continent verspreiden. Het klimaat veranderde; de moerassen droogden uit, de boomachtige wolfsklauwen en paardestaarten verdwenen. De naaldbomen, die voorheen vooral op de hoogvlakten groeiden, kwamen nu ook in de laaglanden voor. Deze klimaatsverdroging betekende een zware slag voor de primitieve amfibieën en vele vormen stierven uit.

De eerste "moderne" amfibieën, de directe voorouders van kikkers en padden, dateren van het vroege Trias. Ze waren kleiner en meer aan het water gebonden dan hun voorouders.



Fig. 3: Reconstructie van *Ichthyostega*, de eerste amfibie

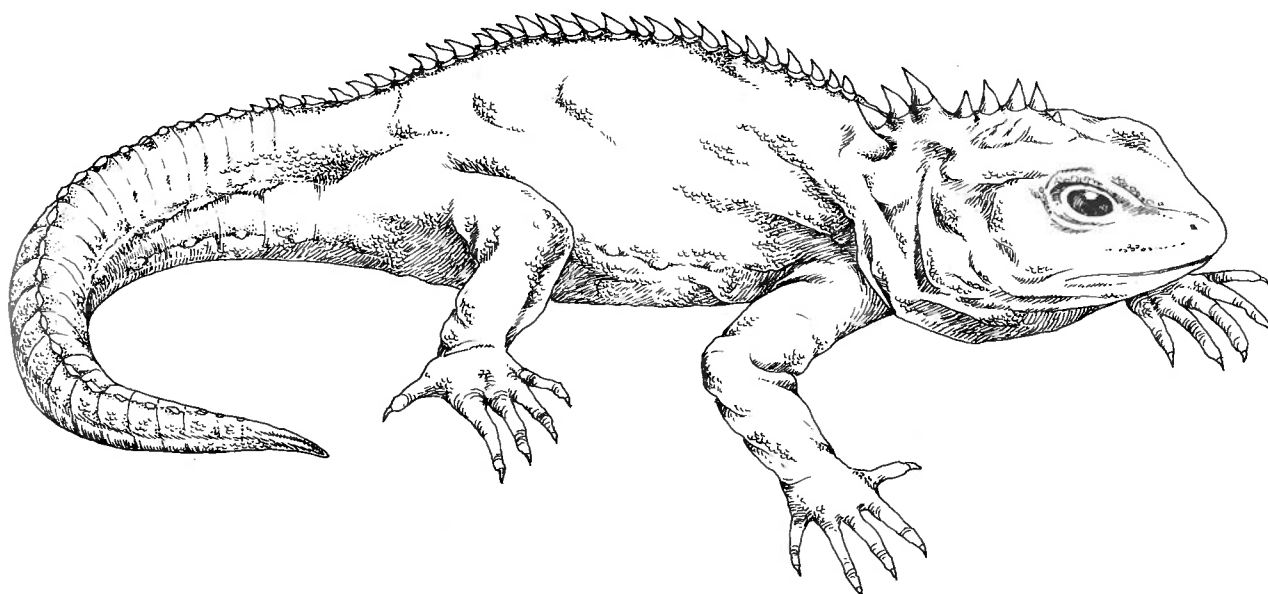


Fig. 4: De tuatara of brughagedis, een reptiel op de rand van de uitsterving

Het ei uit het water

De schildpadden, krokodillen, vogels, brughagedissen (Fig. 4), hagedissen, slangen en de zoogdieren worden tot de amniote gewervelden gerekend. Terwijl de vissen en amfibieën hun eieren in het water leggen, ontwikkelden de reptielen het amniote ei. De eierschaal beschermt het embryo en binnenin is alles voorzien voor de groei van het nieuwe wezentje: de dooier zorgt voor de voeding en in het amnion (het lamsvlies) dat met vocht gevuld is, kan het embryo ongestoord in een waterig milieu groeien. Na de inwendige bevruchting wordt het ei op een geschikte plaats op het land gedeponeerd; soms blijft het in de eileider van het wijfje tot het jong uitkomt.

De oudste reptielen dateren van het late Carboon; ze leefden samen met de amfibieën in de steenkoolwouden en moeraslanden van Euramerika. Ze zagen eruit als hagedissen, jaagden op insecten en hadden zijdelings ingeplante poten, wat een waggelende gang opleverde. De primitieve reptielen hadden een schedel uit één stuk, de zogenaamde anapside schedel (Fig. 5). De kaakspieren waren aan het schedeldak vastgehecht wat slechts een zwakke beet opleverde. De schildpadden zijn de enige recente anapside reptielen.

De synapside en diapside reptielen (Fig. 5) ontstonden nog tijdens het Carboon uit de eerste primitieve reptielen. Ze hebben slaapvensters in hun schedel. Dit zijn openingen die bij leven bedekt zijn met pezig materiaal en die de aanhechtingsplaats van de kaakspieren vormen. Het gewicht van de schedel vermindert.

De diapsiden hebben twee paar slaapvensters. Tot deze groep behoren de krokodillen en dinosauriërs. De hagedissen en slangen zijn afgeleide vormen. De voorouders van de brughagedis of tuatara (Fig. 4), dit is een reptiel uit Nieuw-Zeeland dat bijna uitgestorven is,

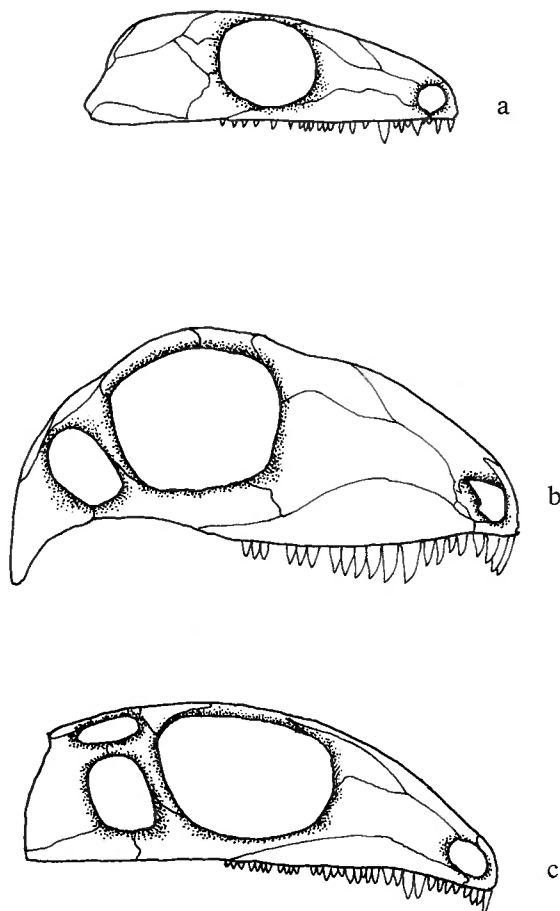


Fig. 5: Bij de reptielen kwamen drie hoofdtypen van schedels tot ontwikkeling. De primitiefste reptielen hadden een anapside schedel (zonder slaapvensters) (a). Uit deze groep ontstonden de synapside reptielen (met achter de oogholte één paar slaapvensters) (b) en de diapside reptielen die twee paar slaapvensters hadden (c).

splitsten zich ongeveer 250 miljoen jaar geleden af van de tak die naar de hagedissen en slangen leidt. Door een verandering in de kaakophanging kunnen deze laatste grote prooien verzwelgen.

Dinosaurs & co

De beroemdste reptielen uit de geologische geschiedenis — de dinosauriërs — behoren tot de groep van de archosauriërs. Bij de eerste archosauriërs, de thecodonten, bestond een trend naar een meer opgerichte houding, waarbij de poten steeds rechter onder het lichaam komen in plaats van zijwaarts uit te steken. Dit resulteerde in een groter draagvermogen van de poten en een grotere wendbaarheid en hogere snelheid van het dier. De romp werd in evenwicht gehouden door de zware staart die in de loop van de evolutie sommige dinosauriërs toeliet om als tweevoeters rond te stappen.

Tot de archosauriërs behoren de thecodonten en hun nakomelingen: de krokodillen, de vliegende reptielen, de dinosauriërs en de vogels. De primitieve krokodillen hadden een zware schedel met verlengde kaaksbeenderen. Ze konden hun bek wijd openen om die met een harde slag rond hun prooi dicht te klappen. Moderne krokodillen komen voor vanaf het Krijt.

De vliegende reptielen (Pterosauria) waren de eerste gewervelden die het luchtruim kozen. Hun vlieghuid was tussen de verlengde vierde vinger en het dijbeen

opgespannen. Ze vlogen rond van het Trias tot het einde van het Krijt. Vooral in het Jura waren veel kleinere soorten aanwezig. Ze leefden in de kustgebieden waar ze vis uit de zee schepten. Sommige soorten aten insecten. De grootste pterosauriërs zoals de *Pteranodon*, bij wie de vleugels een spanwijdte van zeven meter hadden, kwamen voor tijdens het late Krijt. De vormenrijkdom was toen reeds sterk verminderd misschien ten gevolge van de concurrentie met de vogels. Vogels hebben pluimen en deze unieke, aerodynamische structuren kunnen bij beschadiging gemakkelijk vervangen worden wat niet het geval was met de vlieghuid van de Pterosauria. Vogels zijn warmbloedig en hun veren hebben ook een isolerende functie.

Archaeopteryx is de oudste gekende vogel (Fig. 6). Afdrukken van zijn veren bleven bewaard in het fijnkorrelige kalkgesteente van het late Jura. De tanden en de lange, benige staart gingen verloren bij de latere vogels. *Archaeopteryx* stamt wellicht af van een kleine dinosauriër.

Reeds in het Perm en vooral gedurende het Mesozoïcum keerden meerdere groepen reptielen terug naar het water. Maar geen enkel van deze dieren kreeg de organen terug die verloren gingen toen zijn verre voorouders aan land kwamen; ze bewaarden hun longen.

Fossielen van mesosauriërs worden in zoetwaterafzettingen van zuidelijk Afrika en Zuid-Amerika gevonden. Hoewel tussen deze resten nu een oceaan ligt, waren de

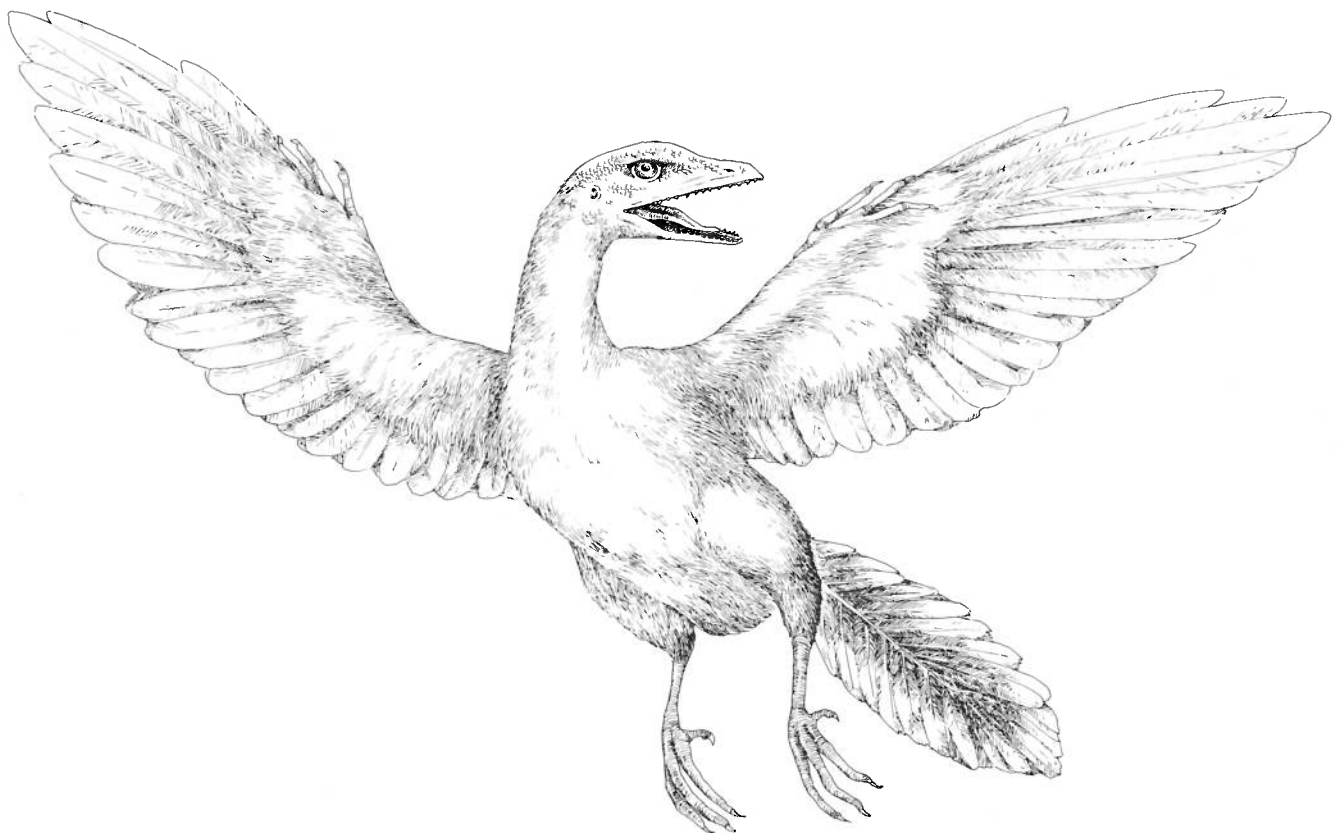


Fig. 6: Reconstructie van *Archaeopteryx*, de eerste vogel

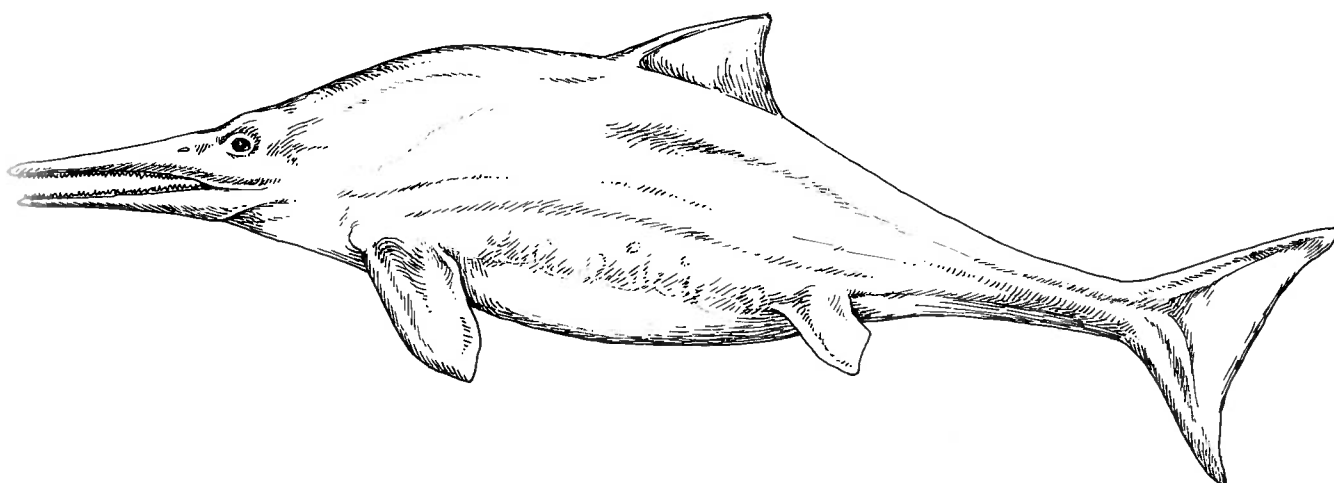


Fig. 7: De ichthyosauriërs waren reptielen aangepast aan het leven in zee.

twee continenten tijdens het Perm verbonden en maakten ze deel uit van Gondwanaland. Het lichaam van de mesosauriërs was aangepast aan het leven in het water: de staart was zijdelings afgeplat, de achterpoten waren lang en tussen de tenen zaten zwemvliezen. Deze kleine reptielen leefden van schaaldiertjes. Het waren de eerste amnioten die terugkeerden naar het water.

De plesiosauriërs hadden een lange hals, een kort, gedrongen lichaam, een korte staart en brede zwempoten. Met regelmatige slagen van hun peddels "vlogen" ze door het water. Ze kwamen voor vanaf het Jura en verdwenen geleidelijk in de loop van het late Krijt.

Van alle zeereptielen uit het Mesozoïcum waren de ichthyosauriërs (Fig. 7) het best aangepast aan het leven in zee. Ze hadden een gestroomlijnd lichaam met een krachtige zwemstaart, een "rugvin" en peddelvormige ledematen waardoor ze op dolfinnen leken. Ze stierven uit tijdens het Krijt.

In België werden heel wat resten van maashagedissen of mosasauriërs opgedolven. Deze mariene hagedisachtigen waren geduchte jagers. Ze verschalkten vissen, schaaldieren en ammonieten. Maar hun rijk was van korte duur. Verschenen ze in het late Krijt, op het einde van die periode stierven ze al uit.

Op het einde van het Krijt, ongeveer 65 miljoen jaar geleden, stierven ook de laatste dinosauriërs uit samen met de laatste van de vliegende reptielen en nog vele andere dieren.

De zoogdierachtige reptielen

De zoogdieren (Mammalia) zijn sedert de laatste 65 miljoen jaar de dominerende terrestrische gewervelden. Maar hun geschiedenis gaat veel verder dan dat. Primitieve zoogdieren bestonden reeds tijdens het late Trias, ongeveer 220 miljoen jaar geleden, en hun verre voorouders zijn al herkenbaar in het late Carboon.

De allereerste, zoogdierachtige reptielen — de pelycosauriërs — waren koudbloedige dieren. Achter de oogkassen hadden ze een paar slaapvensters. Deze synapside schedelbouw is in aangepaste vorm nog herkenbaar bij de zoogdieren.

De meeste pelycosauriërs worden gevonden in afzettingen van het Boven-Carboon en Onder-Perm van Noord-Amerika. In de loop van hun geschiedenis werden de pelycosauriërs veel groter. Het waren de eerste vleeseters onder de gewervelden, de overige reptielen waren in dit stadium vooral insekteneters. Vanaf het einde van het Carboon kwamen ook grote planteneters voor zoals de *Edaphosaurus*. *Dimetrodon*, een roofdier uit het vroege Perm, droeg een groot zeil op zijn rug (Fig. 8). De sterk verlengde uitsteeksels van de ruggewervels waren met huid overtrokken. Dank zij dit zeil kon de lichaamstemperatuur bij het zonnen snel stijgen. 's Morgens waren de dimetrodons dan ook veel vroeger "en forme" dan hun prooi.

In de loop van het Perm stierven de pelycosauriërs uit. Enkel een groep van carnivoren liet nakomelingen na zijnde de Therapsida of de geavanceerde zoogdierachtige reptielen. Hun overblijfselen worden gevonden in Rusland en zuidelijk Afrika. De lichaamshouding werd verbeterd. De poten waren niet langer zijwaarts ingeplant, maar werden onder het lichaam geplaatst waardoor de dieren sneller konden lopen. Net als de thecodonten, de voorouders van de dinosauriërs, maakten ze komaf met de kruipende gang van de primitieve reptielen. Maar in tegenstelling met de thecodonten waar de romp in evenwicht gehouden werd door de zware staart, werd de staart korter bij de therapsiden wat deze dieren met de vier poten op de grond hield.

De eerste therapsiden waren grote planteneters en roofdieren. De latere vormen hadden reeds vele zoogdierkenmerken zoals een complex gebit en een secundair verhemelte. De zoogdierachtige reptielen werden zeldzaam op het einde van het Trias en stierven finaal uit in het Jura.



Fig. 8: *Dimetrodon*; dit zoogdierachtige reptiel leefde tijdens het Perm.

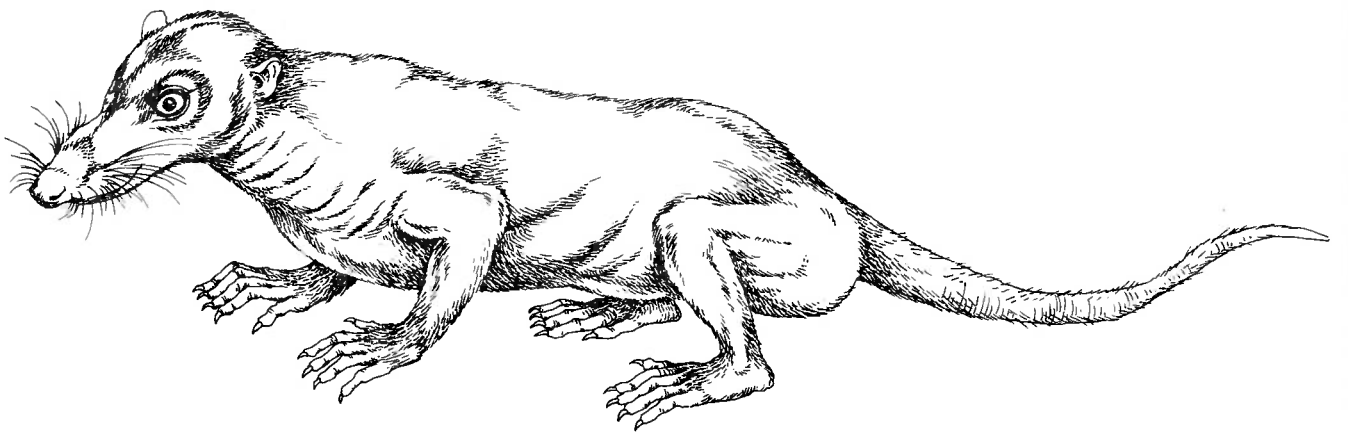


Fig. 9: Reconstructie van *Megazostrodon*, een van de oudste zoogdieren, die leefde op het einde van het Trias en het begin van het Jura.

Met huid en haar

De zoogdieren zijn warmbloedig, hebben een vacht en zogen hun jongen. Dank zij de hoge lichaamstemperatuur en de hoge stofwisselingsnelheid kunnen ze gedurende lange tijd actief zijn. Maar dit vereist wel veel meer voedsel en zuurstof dan wat reptielen van een vergelijkbare grootte nodig hebben. De aanvoer van zuurstof verloopt gemakkelijker doordat de luchtwegen van de mondholte gescheiden worden door een secundair verhemelte. Het voedsel wordt in de mond fijngekauwd met het gespecialiseerde gebit wat het verteringsproces versnelt. Reptielen slokken grote brokken voedsel binnen en de vertering verloopt traag. Vogels hebben maagsteentjes die het voedsel in kleinere stukjes vernalen.

Ook in het skelet onderscheidt een zoogdier zich door het bezit van o.a. het al genoemde secundaire verhemelte, drie gehoorbeentjes, een dubbel gewricht waarmee de schedel op de wervelkolom steunt, een onderkaak die uit een enkel been bestaat en twee tandgeneraties.

De recente zoogdieren kunnen onderverdeeld worden in de eierleggende zoogdieren (Monotremata), de buideldieren (Marsupialia) en de placentale zoogdieren (Eutheria).

Resten van mesozoïsche zoogdieren zijn niet erg talrijk en weinig verscheiden. De eerste zoogdieren, die in grootte schommelden tussen kat en muis, leefden op die plaatsen waar de dinosaurïers niet kwamen: in de bomen, onder de struiken en tussen de varens waar ze 's nachts op insecten jaagden (Fig. 9). Waarschijnlijk legden ze, net als de huidige Monotremata, eieren.

Bij alle warmbloedige dieren bestaat er een omgekeerd evenredige verhouding tussen de lichaamsgrootte en de stofwisselingsnelheid. Dit laatste stijgt snel bij de dieren onder de 100 gram doordat veel warmte verloren gaat via de huid. De eerste zoogdieren, die een lichaamslengte hadden van niet meer dan 10 cm, waren hoogstwaarschijnlijk warmbloedig. Ze hadden bijgevolg een vacht nodig om warmteverlies tegen te gaan. De haren, die de vacht vormen, zijn waarschijnlijk ontstaan uit keratineachtige uitsteekseltjes die tussen de schubben groeiden. Alleen de zoogdieren hebben haar. Talgklieren scheiden smear af die de huid soepel houdt en de vacht invet en de zweetklieren regelen het warmteverlies. De embryologische gelijkheid tussen melkklieren en zweetklieren laat toe te veronderstellen dat de ontwikkeling van melkklieren kort na de evolutie van het haar tot stand kwam.

De nood aan een preciese coördinatie van de zintuiglijke gegevens en de gedragingen, vereist om het vele voedsel te bemachtigen, leidde tot een verdere uitbouw van de hersencentra. Dit blijkt uit de overblijfselen van de vroegste zoogdieren die al een relatief grote schedelinhoud hebben.

Naast de directe voorouders van de buideldieren en de placentale zoogdieren en de voorlopers van de eierleggende zoogdieren, waarvan bijna geen fossielen gekend

zijn, leefden verschillende typen van Mammalia tijdens het Mesozoïcum. De meeste stierven uit in de loop van het Jura en het Krijt. De multituberculaten echter leefden tot in het Eoceen. Ze waren in vergelijking met mesozoïsche zoogdieren vrij groot. Hun gebit en schedel lijkt op dat van de knaagdieren en ze hadden waarschijnlijk een zelfde levensstijl. Hun uitsterven is vermoedelijk het gevolg van de competitie met deze laatste toen deze opdoken in het Paleoceen ongeveer 60 miljoen jaar geleden.

De buideldieren

Buideldieren en placentale zoogdieren splitsten zich vermoedelijk af van een gemeenschappelijke voorouder. De oudste buideldieren zijn gevonden in afzettingen uit het Boven-Krijt van Noord-Amerika en zijn ongeveer 80 miljoen jaar oud. Tijdens het Eoceen trokken ze naar Europa. In de loop van het Mioceen stierven ze uit in Noord-Amerika en Europa.

In het late Krijt migreerden buideldieren ook naar Zuid-Amerika (Fig. 10). Kort nadien raakten Noord- en Zuid-Amerika gescheiden en de faunale uitwisseling bleef erg beperkt tot aan het einde van het Kenozoïcum. De evolutie van de buideldieren in Zuid-Amerika verliep voor het grootste deel van het Tertiair zonder invloed van buiten af. Verscheidene types ontstonden: kleine alleseters, knaagdierachtigen en roofdieren met de allure van sabeltandtijgers en wolven (Fig. 11). Vele vormen stierven uit toen 3 miljoen jaar geleden Noord- en Zuid-Amerika via de landbrug van Panama weer verbonden werden en de placentale roofdieren het zuidelijke continent binnenstormden.



Fig. 10: De mogelijke migratieroutes van de buideldieren 80 miljoen jaar geleden.

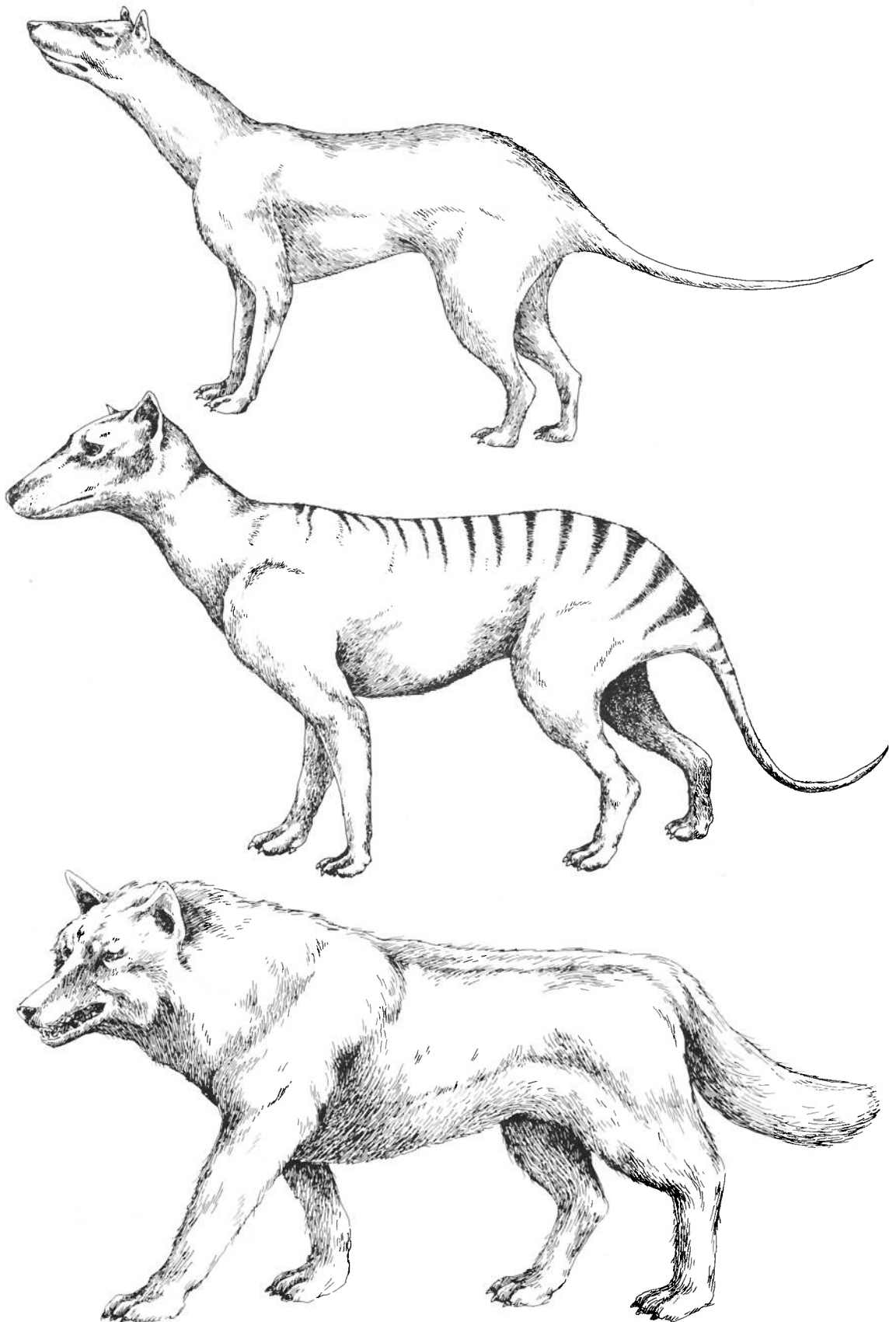


Fig. 11: a: Reconstructie van *Prothylacynus patagonicus*, een buideldier uit het Mioceen van Zuid-Amerika.
b: *Thylacinus cynocephalus*, de buidelwolf, uitgestorven sedert 1934, leefde in Australië en Tasmanië.
c: *Canis lupus*, de nog levende wolf.

De grootste bloei bereikten de Marsupialia in Australië dat ze bereikt hadden via Antarctica, toen deze continenten nog bijeen lagen. De oudst gekende buideldieren van de Australische regio zijn afkomstig uit het late Oligoceen van Tasmanië. Vanaf het Mioceen zijn de meeste moderne families aanwezig. Ook hier ontwikkelden zich vele vormen: insekteneters, knaagdierachtigen, grote planteneters en roofdieren. Een van deze roofdieren is de buidelwolf, waarvan het laatste exemplaar in gevangenschap stierf in 1934 (Fig. 11). De meest opvallende van de recente buideldieren zijn de kangeroes. Ze komen voor vanaf het einde van het Mioceen en hun bloei houdt waarschijnlijk verband met het droger worden van het klimaat wat leidde tot een sterke uitbreiding van grasland.

Voorlaatste bedrijf

Sinds het einde van het Mesozoïcum zijn de placentale zoogdieren de dominante landdieren. De oudste placentalen leefden ongeveer 80 miljoen jaar geleden. In die tijd werden de bloemdragende planten (de angiospermen) zeer talrijk. Dit leidde tot een nieuwe ontwikkeling in de insektenwereld wat een verhoging van het aantal insektenetende zoogdiersoorten met zich meebracht.

Tijdens het late Krijt kwamen meerdere types placentale zoogdieren voor: de Condylarthra, d.z. de voorlopers van de hoefdieren; insectivoren en primitieve primaten.

Toen na het verdwijnen van de dinosauriërs vele econiches vrijkwamen, stonden de zoogdieren klaar om de opengevallen plaatsen in te nemen. De zoogdieren, die gedurende het Mesozoïcum klein bleven, konden nu groot worden.

De Condylarthra waren de voorlopers van de Zuid-Amerikaanse hoefdieren, van de evenhoevigen (runderen, herten e.a.) en de onevenhoevigen (neushoorns, paarden, tapirs). In de loop van het Eoceen vervingen de gespecialiseerde hoefdieren deze archaische groep.

De evenhoevigen (artiodactylen) zijn de meest vormenrijke orde van de hoefdieren. Ze hebben twee of vier tenen per voet. De specialisatie voor het hardlopen, bestaande uit de verlenging van de poten, droeg in belangrijke mate bij tot het succes van deze orde.

Tijdens het Mioceen trad een enorme bloei op: de eerste herkauwers dateren uit die periode. De evolutie van de herkauwers, die een vernuftig spijsverteringsstelsel ontwikkelden, houdt verband met de sterke uitbreiding van de grassen vooral vanaf het Mioceen. De klimaatschommelingen in het Kenozoïcum leidden vanaf het Oligoceen en zeker het Mioceen tot afkoeling en verdroging, een trend die zijn apotheose kende tijdens de ijstijden van het Kwartair. Dit had een uitbreiding van savanne en grasland tot gevolg die op vele plaatsen de

wouden gingen vervangen. In de open vlakten waar het zicht ver reikt en er weinig hindernissen zijn, is het beter om snel te kunnen lopen.

Slechts zes geslachten van onevenhoevigen (perissodactylen) komen momenteel nog voor verdeeld over de families van de neushoorns, de paarden en de tapirs. Dit is al wat rest van een orde die op het einde van het Eoceen 14 families telde. Hun geschiedenis vertoont in tegenstelling met die van de artiodactylen een voortdurende verarming.

De unieke groep van de slurfdieren evolueerde in Afrika dat in het begin van het Kenozoïcum afgesneden was van de andere continenten. Vanaf het Mioceen verspreidden ze zich over de andere werelddelen.

De oudste carnivoren dateren van het begin van het Paleoceen. Ze ontwikkelden scheurtanden die uitstekend geschikt waren om vlees te verscheuren. Sommige pasten zich aan aan het leven in zee. De zeehonden, zeeleeuwen en walrussen zijn hun afstammelingen.

De voorouders van de walvissen, die behoren tot de primitieve hoefdieren, keerden in het begin van het Eoceen terug naar het water.

Ook de vliegende zoogdieren verschenen in het begin van het Eoceen. De knaagdieren stammen uit het Paleoceen. Sedert ontwikkelden ze zich tot de orde met het grootste aantal soorten van alle zoogdieren.

Verstand en onverstand

Primaten kwamen reeds voor op het einde van het Krijt; toen leken ze nog erg op insectivoren. Ze waren aangepast aan het leven in de bomen. Ze worden samen met de huidige lemuren en spookdieren in de groep van de halfapen (Prosimii) ondergebracht. Veertig miljoen jaar geleden ontstond de groep van de apen (Anthropoidea). Uit de apen van de Oude Wereld ontwikkelden zich de eerste mensapen (Hominoidea). Hun resten worden in miocene afzettingen in Afrika gevonden.

Ook de oudste resten van de voorouders van de mens werden in Afrika opgedolven, ze zijn ongeveer 4 miljoen jaar oud. Deze primitieve voorouders (*Australopithecus*) hadden een opgerichte houding die de handen vrijmaakte. Of deze mensachtigen al of niet werktuigen vervaardigden, is een punt dat nog ter discussie staat. De volgende stap in de evolutie van de mens was *Homo habilis*. Niet enkel getuigen fossiele resten van hun bestaan maar ook de stenen werktuigen die ze maakten.

Ongeveer 1 miljoen jaar geleden verlieten mensachtigen (*Homo erectus*) voor het eerst Afrika. Ze verspreidden zich over zuidelijk Azië en bereikten later ook Europa. Het gebruik van het vuur ontdekten ze ongeveer 500.000 jaar geleden. In Europa ontwikkelden ze zich tot de Neandertalers en elders tot andere archaische vormen van de moderne mens.

De moderne mensen ontstonden ongeveer 100.000 jaar geleden waarschijnlijk in Afrika. Tussen 40.000

en 30.000 jaar geleden vervingen ze in Europa de Neandertaler-bevolking. Via de landbrug van de Beringstraat trokken ze 13.000 jaar geleden Amerika binnen. Kunstvoorwerpen, rotsschilderingen en werktuigen getuigen van hun hoge culturele ontwikkeling.

Tot hier toe leidden de mensen een bestaan als jagers-verzamelaars. Op het einde van de laatste ijstijd verdwenen door de veranderende ecologische omstandigheden heel wat van hun prooidieren; deze verdwijningen worden soms ook aan overbejaging toegeschreven. In de loop van het Holoceen maakte de bevolkingstoename een intensievere uitbating van het milieu noodzakelijk. Toen dit niet meer voldoende was begon de mens dieren te domesticeren en gewassen te telen. De druk van de mens op het milieu nam verder toe. Vele dieren stierven uit door de ontbossing van het natuurlijke milieu voor landbouwgrond, de introductie van gedomesticeerde dieren en de beschuttingsjacht ter bescherming van have en goed.

De mens is het enige dier dat omziet en zijn eigen geschiedenis en die van andere levensvormen bestudeert. Deze geschiedenis is er een van aanhouders en verliezers. Winnaars zijn er niet want elke soort is gedoemd om vroeg of laat te verdwijnen omdat ze niet meer aangepast is aan de veranderende ecologische omstandigheden, doordat de concurrentiestrijd met andere soorten te zwaar wordt of omdat ze evolueert tot een nieuwe soort. Dit natuurlijke verloop kan op bepaalde tijdstippen catastrofale proporties aannemen wanneer meerdere soorten gelijktijdig uitsterven.

De niet te onderschatten schade die de mens momenteel aan het milieu toebrengt — een proces dat dateert van het begin van het Neolithicum 8000 jaar geleden en dat misschien reeds vroeger van start is gegaan — kan moeilijk vergeleken worden met de grote uitstervingen van het einde van het Perm en het einde van het Krijt. Hoewel het huidige proces veel sneller verloopt, is de impact (voorlopig nog?) beperkter.

Evolutie van de dinosauriërs

door Pierre BULTYNCK

Dinosauriërs, zo noemt men de uitgestorven groep van reptielen die het leven op het vasteland domineerden gedurende het grootste gedeelte van het Mesozoïcum, ongeveer 230 tot 65 miljoen jaar (m.j.) geleden. Ze kennen hun opgang en ondergang over het Trias, Jura en Krijt, de drie perioden van het Mesozoïcum. De eerste echte dinosauriërs, die verschijnen in het laat Trias (230 tot 205 m.j.), zijn snel en klein en meestal tweevoeters. Pas vanaf het Midden en laat Jura (180 tot 135 m.j.) nemen ze reusachtige vormen aan — tot over de 30 meter lang — en beheersen ze het leven op het land. Na het uitsterven van vele soorten op het einde van het Jura, kennen zij een nieuwe bloei in het vroeg Krijt (135 tot 95 m.j.). In het laat Krijt (95 tot 65 m.j.) vertonen zij de grootste verscheidenheid met over de honderd soorten van de Hadrosauriër, een tweevoetige planteneter met een eendensnavel en de viervoetige planteneters zoals *Triceratops*, gelijkend op een neushoorn tot de wreed-aardige *Tyrannosaurus rex*, bekend als het grootste roofdier aller tijden.

Vandaag zijn er ongeveer 330 geslachten en meer dan 750 soorten van dinosauriërs gekend. Honderdvijftig jaar geleden, in 1841 bedacht R. OWEN, een Brits paleontoloog, de naam "dinosauriërs", voor een groep reusachtige, uitgestorven reptielen, waarvan toen slechts 3 soorten gekend waren, o.a. de *Iguanodon mantelli*. De naam is afgeleid van de Griekse woorden "deinos", verschrikkelijk of verschrikkelijk groot en "sauros", een hagedis. De keuze van deze naam gaf aanleiding tot heel wat misverstanden over dinosauriërs. Meestal denkt men onmiddellijk aan reusachtige prehistorische dieren, in meren en moerassen half ondergedompeld, die zich moeizaam voortbewegen. Hun kleur is meestal grijs-achtig, vaal groen of bruin zoals de recente grote zoogdieren. In werkelijkheid waren sommige soorten nauwelijks 1 m groot, terwijl andere dinosauriërs, het uitzicht van een struisvogel hadden en snelheden van 50 km per uur bereikten. Nieuwe voorstellingen van dinosauriërs tonen dan weer hoog springende dieren met een kleurrijke huid.

Waar ligt de waarheid? De kenmerken die dinosauriërs echt onderscheiden van andere reptielen zijn niet zo spectaculair. Bij de meeste reptielen, zoals krokodillen

en hagedisachtigen, steken de poten zijdelings uit naast de romp; het lichaam hangt laag tussen de poten, waardoor zij niet snel en lang kunnen lopen. Bij dinosauriërs staan de poten recht onder het lichaam, wat hun loopmogelijkheden sterk verbeterde. Andere typische kenmerken van de dinosauriërs zijn: het sacrum dat uit drie of meer wervels bestaat, een uitsteeksel of knobbel (trochanter) op het dijbeen dat dient als aanhechtingspunt voor spieren en een sterke verbreding van het proximale uiteinde van het dijbeen.

Oorsprong en opgang van de dinosauriërs: de dwergen van het Laat Trias en het Vroeg Jura

Dinosauriërs, pterosauriërs (vliegende reptielen), krokodillen en vogels vormen de archosauriërs. Ze hebben allemaal een opening of venster in de schedel, gelegen voor beide oogholten.

De geschiedenis van de archosauriërs begint in het Perm (290 tot 250 m.j.), de periode juist voor het Mesozoïcum. Zoogdierachtige reptielen, zoals *Dimetrodon*, beheersen op dat ogenblik het leven aan land. Op het einde van het Perm, treedt een sterke afkoeling van het klimaat op. Daardoor sterven de meeste — sommigen menen meer dan 90% — van de diersoorten uit. De archosauriërs overleven deze massa-extinctie. Meer nog, zij ontwikkelen zich in de loop van het Trias; op het einde van deze periode hebben zij de zoogdierachtige reptielen verdrongen en ontwikkelen zich de dinosauriërs uit de thecodonten, een groep primitieve archosauriërs.

De oudste archosauriërs hebben een krokodilachtig uitzicht; zij hebben zijdelings uitstekende poten en dus beperkte loopmogelijkheden. De voorlopers van de dinosauriërs die verschijnen in het Midden Trias ontwikkelen stilaan achterste ledematen die zich recht onder het lichaam bevinden, waarbij de enkel-, knie- en heupstructuur gewijzigd wordt. De hierdoor verkregen mobiliteit biedt hen meer overlevingskansen. Een andere factor voor het succes van de dinosauriërs kan ook in klimaatwijzigingen worden gezocht: in het laat Trias komen veel rode afzettingen voor. De rode kleur wordt veroorzaakt

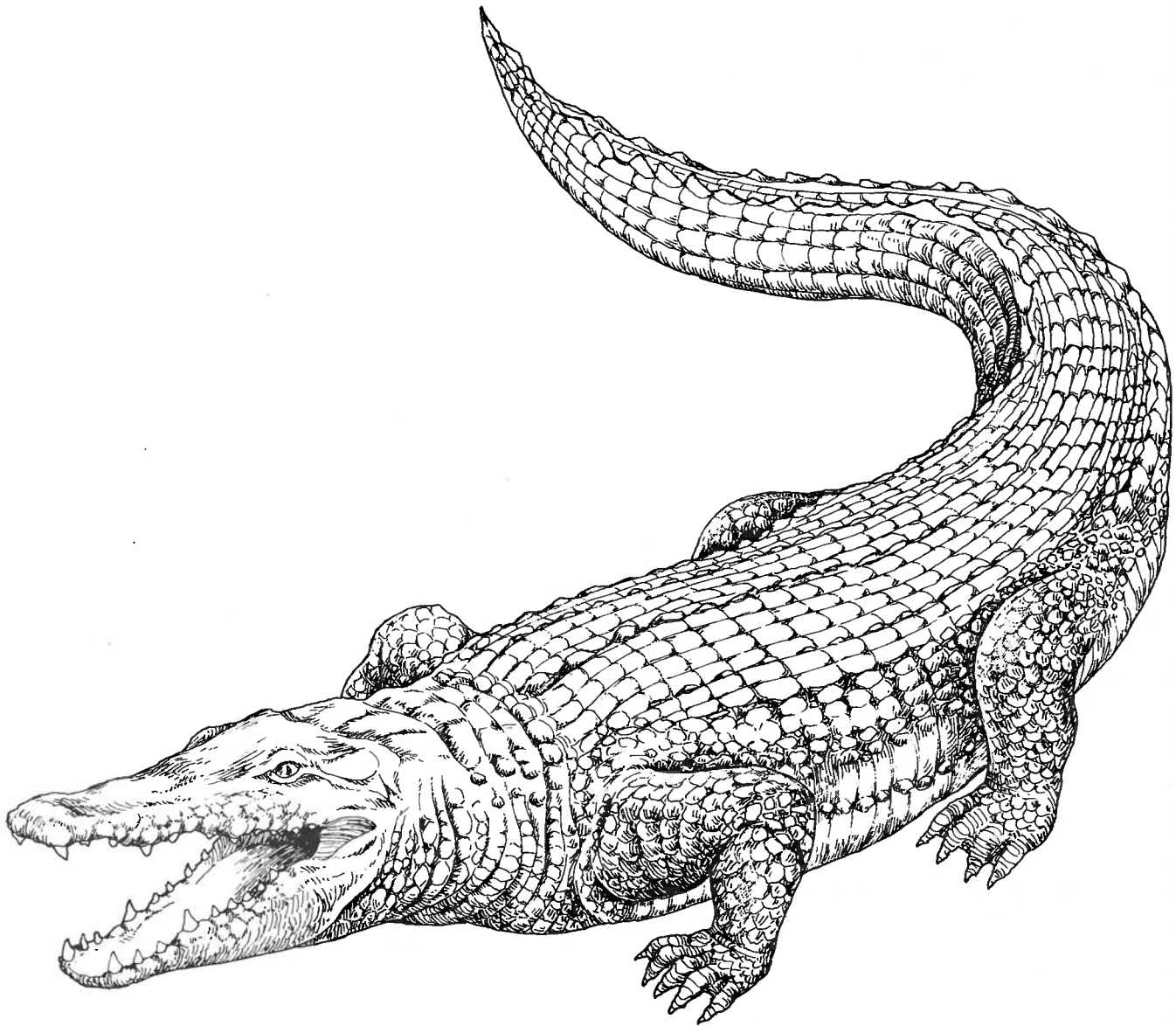


Fig. 1: Krokodil, een reptiel waarbij de poten zijdelings uitsteken naast de romp.

door de aanwezigheid van geoxydeerd ijzer dat wijst op een warm, droog klimaat. Reptielen zijn beter aangepast aan een dergelijk klimaat dan zoogdieren, die omwille van hun huidstructuur minder beschermd zijn tegen uitdroging.

Dinosauriërs worden onderverdeeld in twee grote groepen: de Saurischia, met een heupgewricht zoals de hagedissen (*ischion*: heupgewricht; *sauros*: hagedis) en de Ornithischia met een heupgewricht zoals de vogels (*ornis*: vogel). Bij alle landdieren bestaat het heupgewricht uit drie beenderen: het ilium of darmbeen, het ischium of zitbeen en de pubis of schaambeent.

De oriëntatie van dit laatste been is bij de twee groepen verschillend. Terwijl de Ornithischia planteneters zijn, zijn er onder de Saurischia zowel planteneters, de meestal viervoetige Sauropodomorpha, als vleeseters, de tweevotige Theropoden. De voedingswijze kan afgeleid worden uit de vorm en de schikking van de tanden.

Ornithischia en Saurischia verschijnen in de loop van het laat Trias. Tot voor enkele jaren werd algemeen aangenomen dat beide groepen geen gemeenschappelijke voorouders en dus een verschillende oorsprong hadden; nu wordt meestal het tegendeel aanvaard. De twee groepen worden nog voorafgegaan door enkele primi-

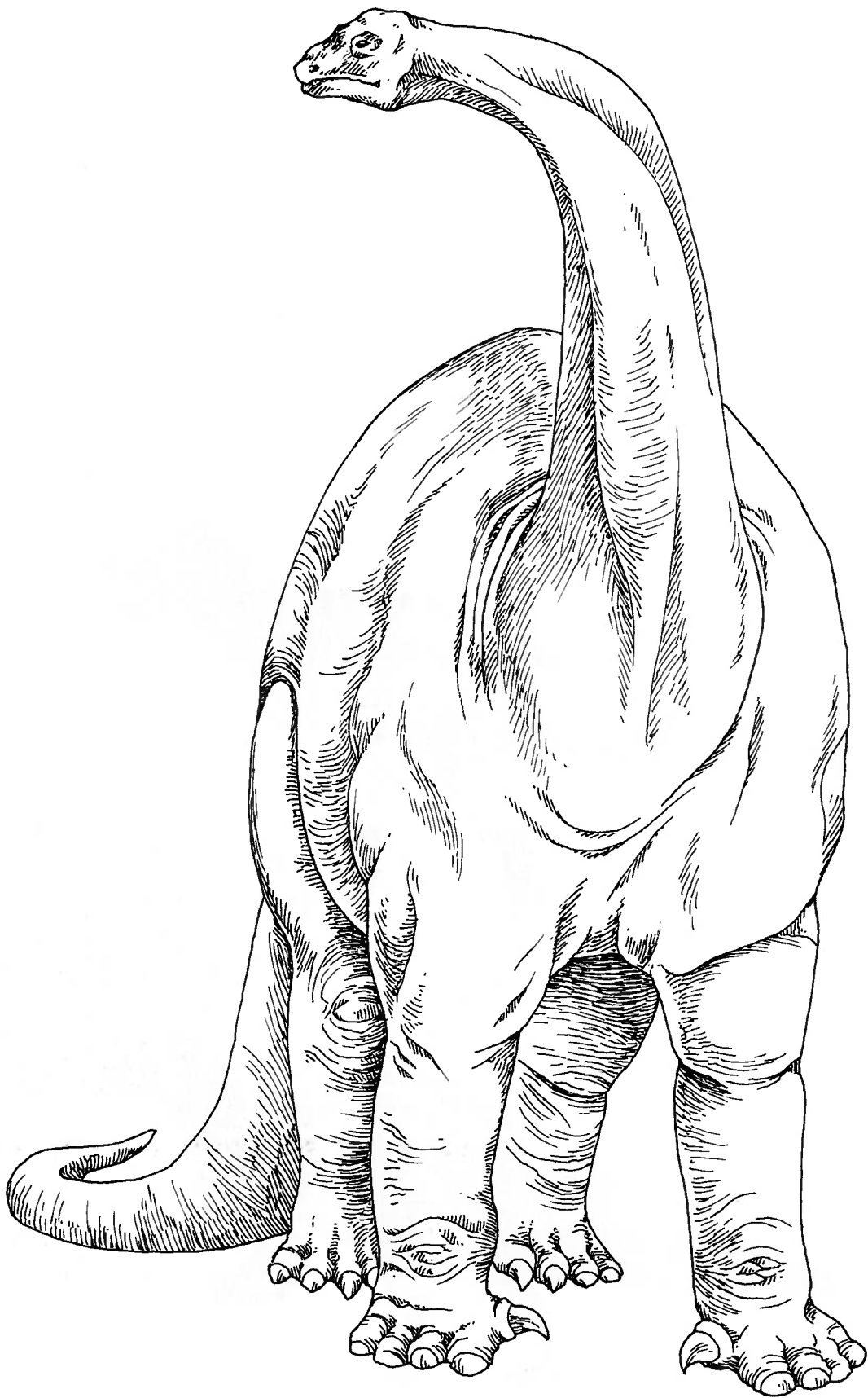


Fig. 2: *Vulcanodon*, zoals bij alle dinosaurïers staan de poten recht onder de romp (lengte: 6,5 m).

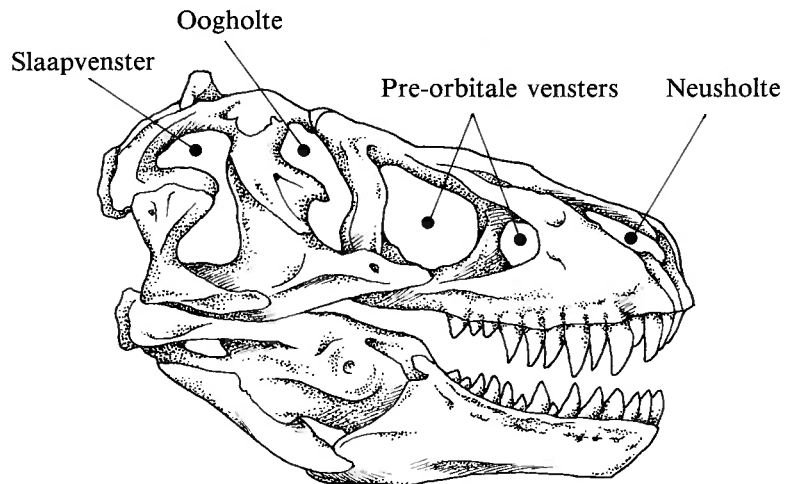


Fig. 3: Verschillende openingen in de schedel van *Tyrannosaurus rex*.

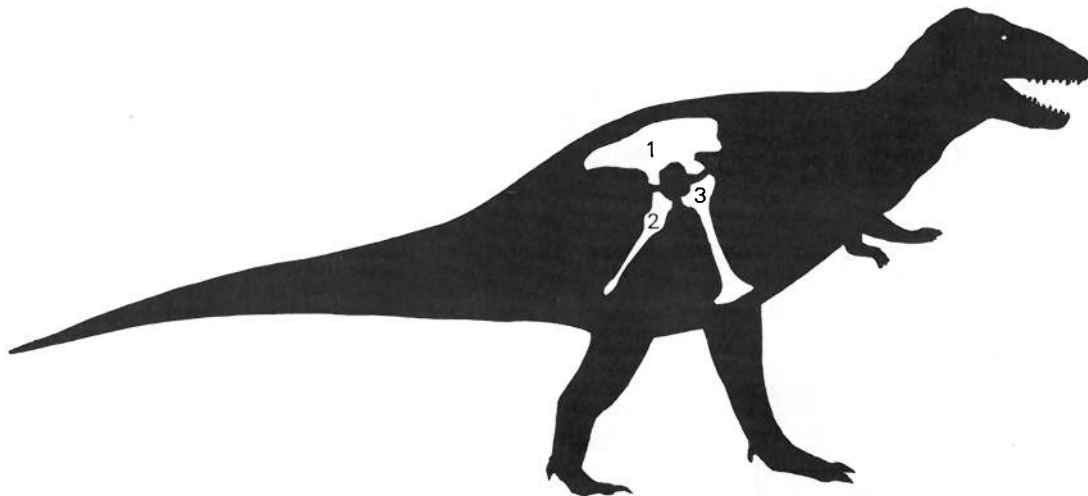


Fig. 4: Heupgewricht van een Saurischia;
1: ilium; 2: ischium; 3: pubis.

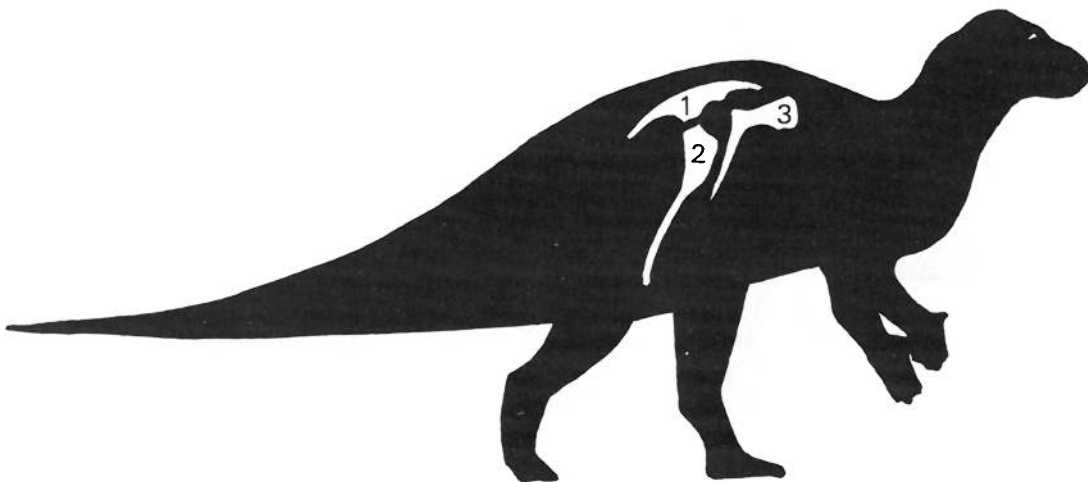


Fig. 5: Heupgewricht van een Ornithischia;
1: ilium; 2: ischium; 3: pubis.

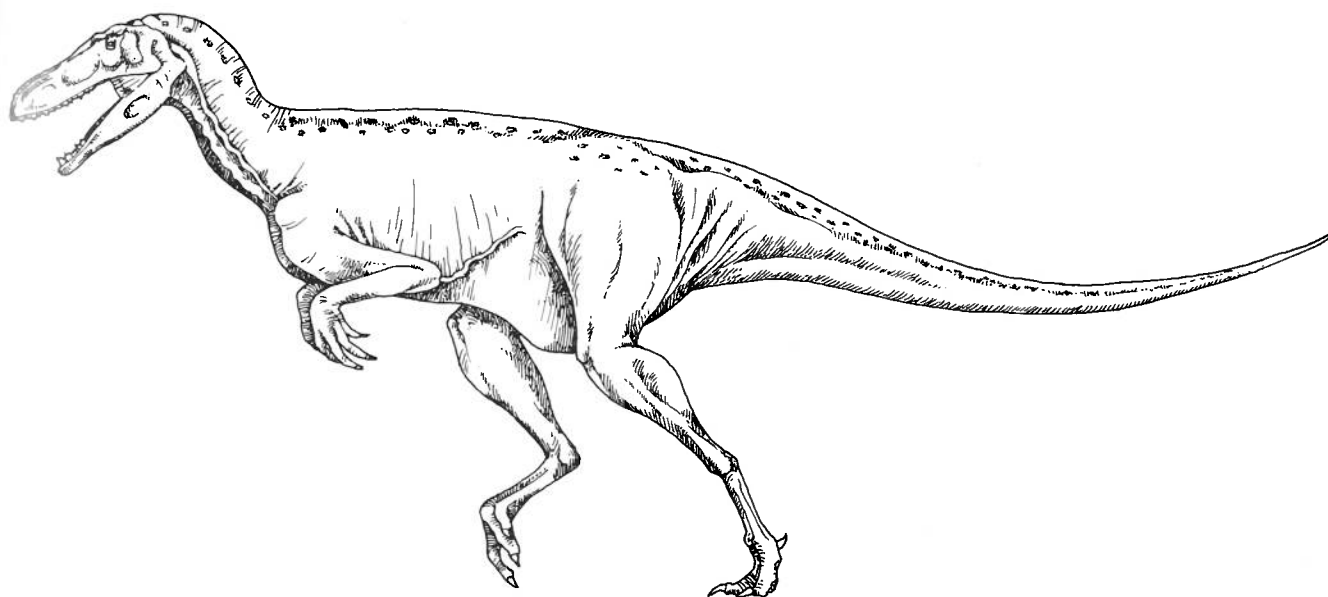


Fig. 6: *Herrerasaurus* (lengte: 2 m).



Fig. 7: *Coelophysis* (lengte: 2 tot 3 m).

tieve dinosauriërs, *Staurikosaurus* en *Herrerasaurus*, die niet onder te brengen zijn in de Saurischia of de Ornithischia. Zij werden beiden gevonden in het laat Trias van Zuid-Amerika, respectievelijk in Brazilië en Argentinië. Deze kleine dinosauriërs — ongeveer 2 m lang — waren roofdieren die op hun achterpoten liepen en korte voorste ledematen hadden, voorzien van lange klauwen.

De evolutie van de Saurischia in twee hoofdtakken, theropoden en Sauropodomorpha begint in het laat Trias. De oudste theropoden vormen een afzonderlijke tak de Ceratosauria, die uitsterft in het laat Jura. *Coelophysis* (wat in het Grieks betekent: holle vorm,

verwijzend naar de holle beenderen van de achterpoten) is de oudste vertegenwoordiger van deze groep. Hij was maximum 2 tot 3 m lang, licht gebouwd, 20 tot 30 kg, en liep op de achterpoten. Van deze diersoort werden tientallen skeletten teruggevonden in het zuiden van de Verenigde Staten. De ribbenkast van twee exemplaren bevatte het skelet van een jong, dat mogelijk opgevreten werd.

Plateosaurus, 6 tot 8 m lang en hiermee de grootste dinosauriër uit dezelfde periode, behoort tot de oudste tak van de Sauropodomorpha, de prosauropoden, die reeds verdwijnt in het vroeg Jura; het is de meest voor-

komende landvertebraat in het laat Trias van Europa. Net zoals de latere sauropoden, hebben de prosauropoden een lange staart en nek en een kleine kop, zij zijn echter kleiner. Het zijn normaal viervoeters, bij gelegenheid tweevoeters. De meeste soorten zijn planteneters, maar sommigen zijn vleeseters of omnivoor.

De geschiedenis van de reusachtige sauropoden, die niet rechtstreeks van de prosauropoden zouden afstammen, begint pas in het vroeg Jura met *Barapasaurus* die een 15 m lang was. Hiervan werden enkele onvolledige skeletten gevonden in Centraal-Indië. Sauropoden zijn nog uiterst zeldzaam in deze periode, hun bloeiperiode kennen zij pas in het laat Jura.

De Ornithischia van het laat Trias behoren nog tot één enkele lijn en zijn uiterst zeldzaam. De oudste vertegenwoordiger is waarschijnlijk *Pisanosaurus*; het dier is slechts gekend door enkele skeletfragmenten ontdekt in Argentinië. In het vroeg Jura tekent zich binnen de Ornithischia een evolutie af in twee richtingen, één leidt naar de ornithopoden (met voeten van een vogel) en een andere naar de Thyreophora (schilddragers of gepantserde dinosauriërs). Ornithopoden vormen de omvangrijkste groep van de Ornithischia. Zij zijn hoofdzakelijk tweevoetig, de voorpoten worden slechts af en toe gebruikt bij het lopen. Het is tot deze groep dat de iguanodonts behoren. *Lesothosaurus* is een voorloper van de ornithopoden uit het vroeg Jura van Lesotho in Zuid-Afrika. Het is een kleine dinosauriër, ongeveer 1 m lang, met korte voorpoten en lange achterpoten. *Scutello-saurus* wordt samen met twee andere genera uit het vroeg Jura, beschouwd als de oudste Thyreophora. Het dier is ongeveer 1 m lang en de huid van de rug was versterkt met honderden, kleine benige plaatjes; het wordt beschouwd als een voorloper van de latere gepantserde dinosauriërs, stegosauriërs en ankylosauriërs, gekend vanaf het Midden Jura tot in het laat Krijt. Omwille van het gewicht van het rugpantser worden de Thyreophora beschouwd als viervoeters, ondanks het feit dat de voorpoten soms lichter gebouwd zijn dan de achterpoten.

Eerste rijk van de dinosauriërs: de reuzen van het Midden en Laat Jura

In het Midden en laat Jura beheersen de dinosauriërs het leven op het vasteland volledig. Sauropoden kennen hun bloeitijd. De Carnosauriërs, de grootste vleesetende dieren die ooit bestaan hebben, komen voor vanaf het Midden-Jura; naast deze reuzen treft men ook kleine, snelle tweevoetige roofdieren aan, de Coelurosauria, de vermoedelijke voorouders van de vogels. Stegosauriërs, viervoetige gepantserde dinosauriërs, met grote rugplaten en doornen zijn talrijk in het laat Jura. In dezelfde periode verschijnt de oudste vertegenwoordiger van de iguanodonten, *Camptosaurus*. De opbloei van de dinosauriërs houdt verband met een wijziging van het klimaat, dat warm blijft maar vochtiger wordt. Hier-

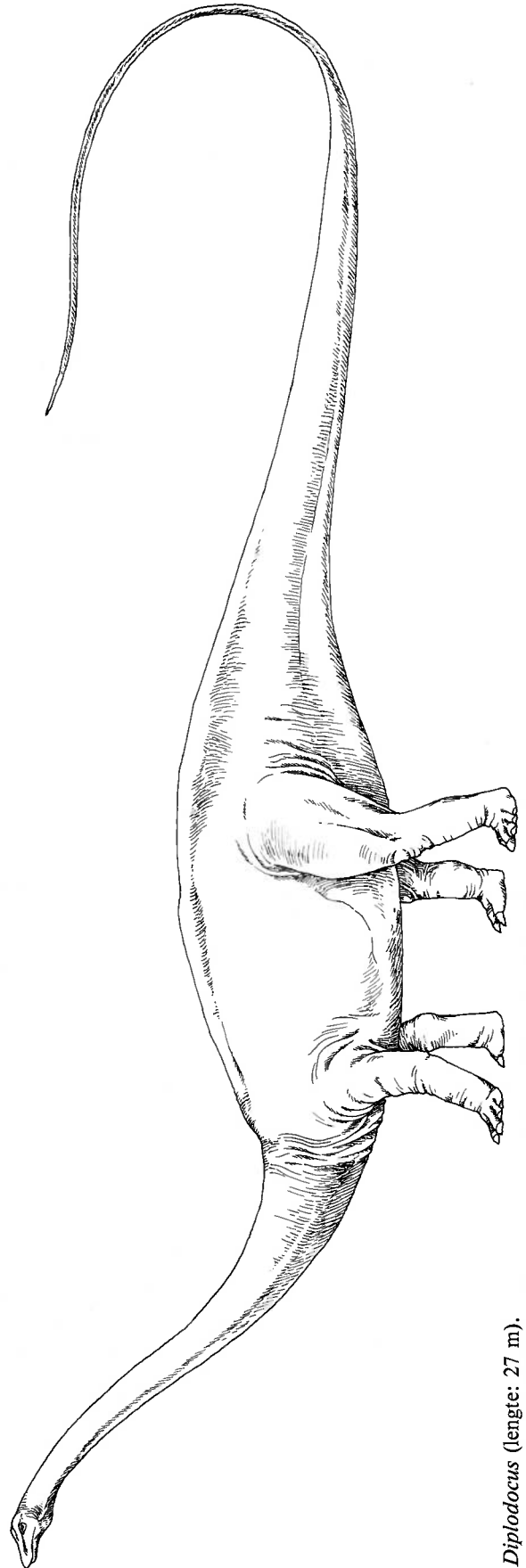


Fig. 8: *Diplodocus* (lengte: 27 m).

door krijgen we een overvloedige vegetatie van coniferen en varens.

Met hun enorme afmetingen en gewicht, soms meer dan 30 m lang en tot 80 ton zwaar, zijn de sauropoden de reuzen onder de dinosauriërs en tevens de grootste landdieren die ooit leefden. Zij zijn het talrijkst en het meest gevarieerd in het laat Jura, waar gekende geslachten zoals *Apatosaurus* (= *Brontosaurus*), *Brachiosaurus*, *Camarasaurus* en *Diplodocus* voorkomen. Allemaal hebben ze een enorm lichaam ondersteund door vier zware, zuilvormige poten, met een lange staart en lange nek. Het hoofd, ongeveer even groot als een paardenkop, is bijzonder klein in vergelijking met de totale lichaamslengte; de neusgaten zijn aan de top van het hoofd gelegen. Zij hebben meestal fijne tanden en zwak ontwikkelde kaaksbeenderen waaruit afgeleid wordt dat zij zacht plantaardig voedsel aten. Bij sommige soorten werden gastrolieten of maagstenen gevonden, voor het fijnmalen van voedsel in de maag. Van sauropoden werd vroeger verondersteld dat zij in moerassen en ondiep water leefden, ondermeer om hun enorm lichaam te ondersteunen en zich te voeden met zachte waterplanten. De neusgaten aan de top van het hoofd zouden hen toegelaten hebben nog te ademen terwijl zij praktisch helemaal ondergedompeld waren. Al deze argumenten werden weerlegd. Zo zou de druk van het water op de longen het de dieren onmogelijk maken te ademen en zouden zij, omwille van het kleine draagvlak van hun voeten zonder vliezen, in de modder wegzakken. Nu wordt algemeen aangenomen dat zij in kudden over het land trokken. Hun poten zijn stevig genoeg om het lichaamsgewicht te dragen. De lange nek stelde hen in staat hun voedsel te vinden in hoge bomen, die buiten het bereik bleven van andere dinosauriërs.

Carnosauriërs zijn grote, tweevoetige, vleesetende dinosauriërs. Zij hebben een groot hoofd, zware zuilvormige achterpoten en korte voorpoten. Een van de oudste

carnosauriërs is *Megalosaurus*. Het is tevens de eerste dinosauriër die een naam kreeg, in 1824. Hij is voornamelijk gekend uit Midden tot laat Jura afzettingen in West-Europa. De gevonden exemplaren zijn echter vrij onvolledig. "*Megalosaurus dunkeri*", waarvan een vingerkootje gevonden werd in Bernissart, zou geen *Megalosaurus* zijn, maar behoort waarschijnlijk tot het geslacht *Altispinax*. De oudste beter gekende carnosauriërs komen uit het laat Jura van het westen van Noord-Amerika en uit China. *Allosaurus*, waarvan duizende beenderen gevonden werden in de "Dinosaur Quarry" in de Staat Utah, is tot 12 m lang. Hij heeft een schedel van ongeveer 90 cm lengte, met bovenaan, ter hoogte van de ogen, een kam. De massieve kaken zijn bezet met grote 17 cm lang, puntige, gebogen en gekartelde tanden. De hand is voorzien van 3 klauwen. Dit alles maakt van *Allosaurus* een gevaarlijk roofdier. Zijn voornaamste prooien waren Ornithischia uit die periode, zoals stegosauriërs en *Camptosaurus*. Aanvallen op grote sauropoden waren waarschijnlijk slechts mogelijk in groep.

In het laat Jura, en misschien zelfs vroeger, ontstaat een nieuwe tak van de theropoden, de Coelurosauria, die doorloopt tot in het laat Krijt. Het zijn tweevoetige lichtgebouwde, snel lopende roofdieren. Sommige soorten zijn nauwelijks groter dan een kip, de grootste 3 tot 4 m lang. Zij hebben een klein hoofd, een lange beweeglijke nek en vrij korte voorpoten met klauwen. Waarschijnlijk voedden zij zich met hagedisachtigen, kikvorsen en primitieve, kleine zoogdieren. Vondsten van Coelurosauria zijn zeldzaam. Zij lopen minder kans te fossiliseren omwille van hun kleine gestalte en het licht gebouwde skelet met hoofdzakelijk holle beenderen. Een van de oudere, goed gekende geslachten is *Compsognathus*, slechts een 70 cm lang en één van de kleinste dinosauriërs. Het eerste skelet werd in 1859 in Beieren ontdekt, in de Solnhofen Kalksteen van laat Jura

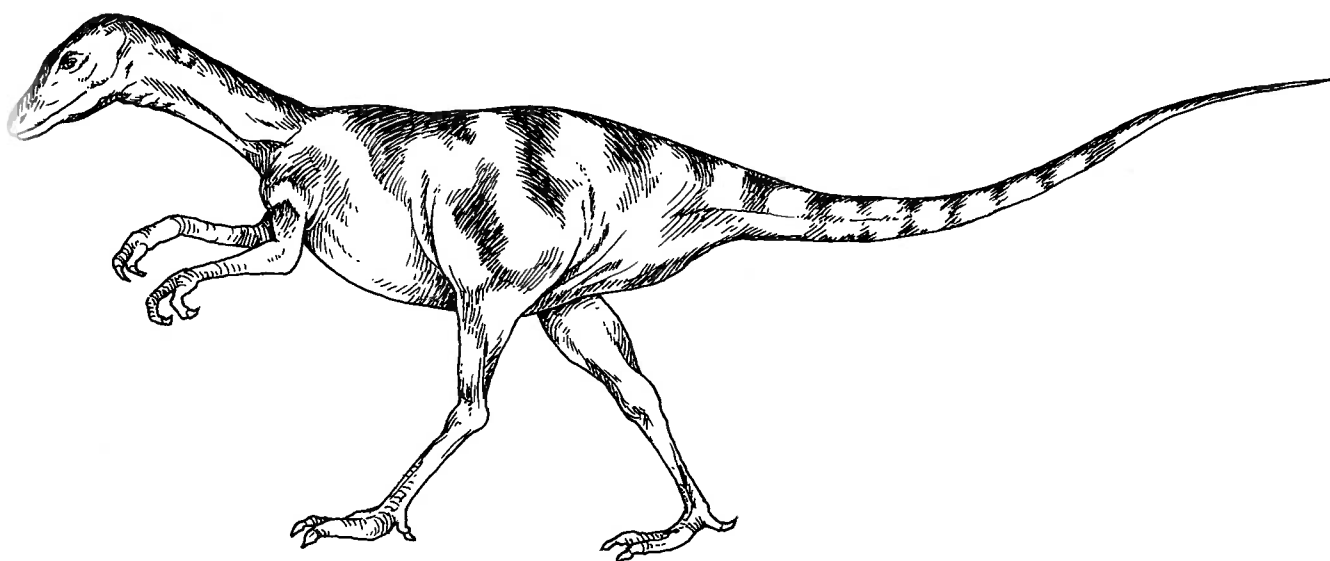


Fig. 9: *Compsognathus* (lengte: 0,70 m).

ouderdom. Twee jaar later werd niet ver van de vindplaats en in hetzelfde gesteente de eerste *Archaeopteryx* gevonden, meestal beschouwd als de oudste vogel. Volgens sommigen is *Archaeopteryx* een vogel in wording omdat hij ook nog reptielkenmerken bezit. Reeds vorige eeuw rond 1870 veronderstelde de Britse paleontoloog Thomas HUXLEY dat de vogels afstammen van dinosauriërs. Zijn standpunt werd toen niet algemeen aanvaard. De laatste decennia vormt de oorsprong van *Archaeopteryx* terug een hevig discussiepunt en nu wordt steeds meer aangenomen dat zijn oorsprong bij de Coelurosauria licht. Hoe groot de gelijkenis tussen beiden is blijkt uit het feit dat twee van de zes gekende *Archaeopteryx* skeletten eerst als *Compsognathus* geïdentificeerd werden.

Stegosauriërs kennen een bloeiperiode in het laat Jura, zij komen voor in Noord-Amerika, Europa, Afrika en China. De oudste vertegenwoordigers komen uit het Midden Jura, zij sterven uit in de loop van het laat Krijt. Stegosauriërs zijn viervoetige herbivoren, hun lengte varieert tussen 2 en 9 m. Zij hebben een klein hoofd en de hersenen zijn niet groter dan een walnoot. De voorpoten zijn veel korter dan de achterpoten, daarom worden zij meestal voorgesteld met het hoofd dicht tegen de grond. Op de rug en de staart staat een dubbele rij benige platen en/of stekels, sommige soorten hebben zelfs een stekel op de schouders. De stekels op de staart zijn zeker een verdedigingsmiddel. Over de platen, die gescheiden van de rest van het skelet teruggevonden worden, is heel wat discussie geweest. Stonden zij in één of twee rijen, vertikaal of bedekten zij het lichaam, waren zij een verdedigingssysteem of, zoals men nu meestal denkt, speelden zij een rol bij de temperatuursregeling van het lichaam? De verklaring in het laatste geval is dat de platen bedekt waren met huid, doorlopen met talrijke bloedvaten die snel warmte opnemen of afgeven.

In het laat Jura verschijnen verschillende families van de ornithopoden waaronder de iguanodontiden die zich vooral in het vroeg Krijt ontwikkelen. De eerste vertegenwoordiger, *Camptosaurus*, komt voornamelijk voor in de Verenigde Staten, in Europa is hij slechts gekend van enkele zeldzame vondsten in Engeland. Met zijn lengte van 5 tot 7 m is *Camptosaurus* kleiner dan *Iguanodon*, die soms 10 m lang is. Aan zijn achterpoten heeft hij vier tenen, *Iguanodon* slechts drie.

Tweede rijk van de dinosauriërs de iguanodontiden van het Vroeg Krijt

Tijdens het Jura blijven migratiemogelijkheden bestaan over de verschillende continenten, zodat nagenoeg wereldwijd dezelfde dinosauriërgroepen terug te vinden zijn. In het Krijt beginnen de verschillende continenten echter uit elkaar te drijven zodat de evolutie van de dinosauriërs stilaan een eigen verloop op al deze continenten kent.

De meest verbreide dinosauriërs tijdens het vroeg Krijt

in Europa zijn de iguanodonts. Het zijn de eerste grote ornithopoden, zij werden tot 10 m lang. De achterpoten zijn zwaarder gebouwd dan de voorpoten. Daarom worden de meeste soorten beschouwd als tweevoeters; af en toe kunnen echter ook de voorpoten gebruikt worden bij het lopen. Naast de grote iguanodonts komen ook kleine ornithopoden voor, zoals *Hypsilophodon*, slechts een tweetal meter lang. Andere herbivore dinosauriërs zijn de viervoetige ankylosauriërs, de tanks van het dinosauriërtijdperk genoemd omdat hun huid gepantserd is met benige plaatjes, knobbels en stekels. Enkele zeldzame soorten komen reeds voor in het Jura maar tijdens het Krijt kennen ze hun echte bloeiperiode. Er zijn twee families, de ankylosauriden met een knuppel of knots aan het staartuiteinde en de nodosauriden zonder knots. De eerste familie leefde voornamelijk in het laat Krijt, de tweede in het vroeg Krijt. De eerste nodosauride, ontdekt in 1833 in het vroeg Krijt van Engeland, kreeg de naam *Hylaeosaurus armatus*. Het was één van de drie toen gekende soorten waarvoor R. OWEN in 1841 de naam dinosauriërs invoerde. Grote sauropoden zijn weinig of niet gekend in het vroeg Krijt van Europa; mooie vondsten van theropoden zijn zeldzaam, meestal komen slechts skeletfragmenten van "*Megalosaurus*" voor.

Op het Noord-Amerikaans continent is *Iguanodon* zeldzaam. De meest voorkomende ornithopode is *Tenontosaurus*, verwant met *Iguanodon* maar iets kleiner, 4,5 tot 6,5 m lang, en met een zeer lange, krachtige staart; de normale houding is viervoetig. Nodosauriden komen voor op verschillende plaatsen in het westen van de Verenigde Staten, zij vervangen er de stegosauriërs uit het Jura. Uit hetzelfde gebied stamt *Deinonychus*, een coelurosauriër. Alhoewel relatief klein, een drietal meter lang, wordt hij beschouwd als een wreedaardig roofdier, dat in groep zelfs de grootste dinosauriërs aankon. De naam betekent "verschrikkelijke klauw" en verwijst naar één van de vier klauwen van de voeten die een tiental cm groot is en sikkelvormig. *Deinonychus* is nauw verwant met de vogels.

In het vroeg Krijt van Zuidoost-Azië zijn grote ornithopoden zeldzaam. Er werd een lokale iguanodontsoort, "*Iguanodon*" *orientalis*, met een grote bobbelvormige neus, gevonden. *Probactrosaurus* behoort tot dezelfde familie en wordt als de voorloper beschouwd van de hadrosauriërs of eendesnavelsauriërs, de voornaamste ornithopoden in het laat Krijt. In hetzelfde gebied komen ook stegosauriërs en kleine en grote theropoden voor.

Tussen de dinosauriërs van het zuidelijk halfrond en die van het noordelijk halfrond zijn opmerkelijke verschillen waar te nemen. Op het zuidelijk halfrond blijven de grote sauropoden talrijk en zijn grote ornithopoden zeldzaam. In Noord-Afrika komen verschillende dinosauriërs voor met een hoge zeilvormige structuur op de rug, zoals *Ouranosaurus*, van de familie der iguanodontiden, en *Rebbachisaurus*, een sauropode. Het bestaan van dit zeil of membraan wordt afgeleid uit de hoge rugdoornen die op de wervels voorkomen. De grote



Fig. 10: *Iguanodon* (lengte: 6 tot 10 m).

oppervlakte van dit membraan, doorweefd met bloedvaten, laat een snelle opwarming of afkoeling toe.

Uit Australië zijn weinig dinosauriërs gekend. Er komt een iguanodontide voor, *Muttaburrasaurus*. Hij is iets kleiner dan een *Iguanodon* en de schedel vertoont een afgeronde kam boven de neus.

Tot besluit kan gezegd worden dat iguanodontiden een wereldwijde verbreiding kennen in het vroeg Krijt.

Derde rijk en ondergang van de dinosauriërs: hadrosauriërs, Ceratopsia en Tyrannosaurus van het Laat Krijt

Tijdens het grootste gedeelte van het laat Krijt blijven de dinosauriërs het vasteland domineren. Zij kennen zelfs een uitzonderlijke bloei met een voordien nooit geziene verscheidenheid om dan vrij plots te verdwijnen in het



Fig. 11: *Ouranosaurus* (length: 7 m).

laatste miljoen jaar van het Krijt. Er zijn uit het laat Krijt evenveel dinosauriërsoorten gekend als uit alle voorgaande perioden samen. Opvallend zijn nieuwe herbivore groepen zoals de hadrosauriërs of de dinosauriërs met eendesnavel en de Ceratopsia of gehoornde dinosauriërs. Zij moeten het opnemen tegen het grootste roofdier aller tijden: *Tyrannosaurus*. Dit alles speelt zich af op een veranderende wereld. De continenten worden steeds verder uit elkaar gedreven, alleen Australië en Antarctica blijven nog samen. Op ieder continent kennen de dinosauriërs een eigen evolutie, wat de grote verscheidenheid in het laat Krijt verklaart. De bloei van nieuwe herbivore groepen wordt in verband gebracht met de verandering van de plantengroei; angiospermen of bedektzadigen, planten met bloemen, ontstaan in het vroeg Krijt en hun verbreiding neemt sterk toe in het laat Krijt.

In deze periode zijn hadrosauriërs de meest voorkomende dinosauriërs van het noordelijk halfrond, voornamelijk in Noord-Amerika. De algemene lichaamsbouw is zoals die van een *Iguanodon*; zij onderscheiden zich door de afgeplatte eendesnavel en door hun gebit met een groot aantal tanden, soms 2000, opgesteld in meerdere functionele rijen. Daardoor kunnen ze harde planten, zoals naalden en takjes van coniferen kauwen. Een groep hadrosauriërs, de Lambdosaurinae, hebben een kam of uitsteeksel op het hoofd, doorlopen met kanalen die in verbinding staan met de neusopeningen. De functie van het orgaan blijft een discussiepunt. Van hadrosauriërs werd lang gedacht dat ze in en rond waterlopen, meren en moerassen leefden. De holle kam werd dan beschouwd als een snuiver waarmee het dier onder water kon ademen. Nu denkt men dat het hoofdzakelijk landdieren waren en dat het holle orgaan fungeerde als klankkast bij het voortbrengen van geluiden, waarmee de individuen van een soort mekaar herkenden. Zij zouden tweevoetig zijn geweest bij snelle voortbeweging, viervoetig bij stilstand

of trage verplaatsing. Bij vondsten van de hadrosauriër *Maiasaura* (= goede hagedisachtige moeder) in de Staat Montana, werd vastgesteld dat deze dieren nesten bouwden, hun eieren uitbroedden en zorg droegen voor hun jongen.

Tijdens het laat Krijt leven in Noord-Amerika en Zuidoost-Azië talrijke soorten viervoetige, herbivore dinosauriërs behorende tot de Ceratopsia. Zij hebben een indrukwekkende kop met typisch een groot nekschild, één of meerdere horens en een papegaaienbek. Het oudste geslacht van deze groep, *Psittacosaurus*, stamt uit het vroeg Krijt van Mongolië en het heeft nog geen nekschild en horens. Het dier is klein, 2 m lang, en liep nog hoofdzakelijk op de achterpoten. De volgende stap in de evolutie van de Ceratopsia zijn de protoceratopsiden uit het laat Krijt. Zij hebben reeds een nekschild maar de horens zijn nog niet goed ontwikkeld, zij zijn niet veel groter dan *Psittacosaurus*. *Protoceratops* is de eerste dinosauriër waarvan, in 1922 tijdens een expeditie in Mongolië, nesten met eieren en jongen ontdekt werden. De kleinste jongen waren ongeveer 30 cm. De meest typische Ceratopsia, *Triceratops*, komt pas voor in de allerlaatste periode van het Krijt. Hij heeft 1 kleinere hoorn op de snuit en 2 grotere boven de ogen. Het dier kan 9 m lang worden en lijkt op een neushoorn. Het is één van de langst overlevende dinosauriërs. Sommige Ceratopsia, zoals *Chasmosaurus* hebben een zeer groot nekschild met twee grote openingen of vensters. De horens en het nekschild werden oorspronkelijk beschouwd als verdedigingsmiddel tegen roofdieren. Tegenwoordig meent men dat zij het seksuele dimorfisme weerspiegelen en een rol speelden bij seksuele competitie tussen mannetjes van eenzelfde soort. Zo veronderstelt men dat de twee vensters in het nekschild van *Chasmosaurus* bedekt waren met een kleurrijk membraan. Wanneer twee mannelijke soortgenoten mekaar bevochten kan men zich inbeelden dat zij het hoofd bogen waarbij het



Fig. 12: *Hadrosaurus* (lengte: 10 tot 13 m).



Fig. 13: *Parasaurolophus*, een typische Lambeosaurinae (lengte: 10 m).

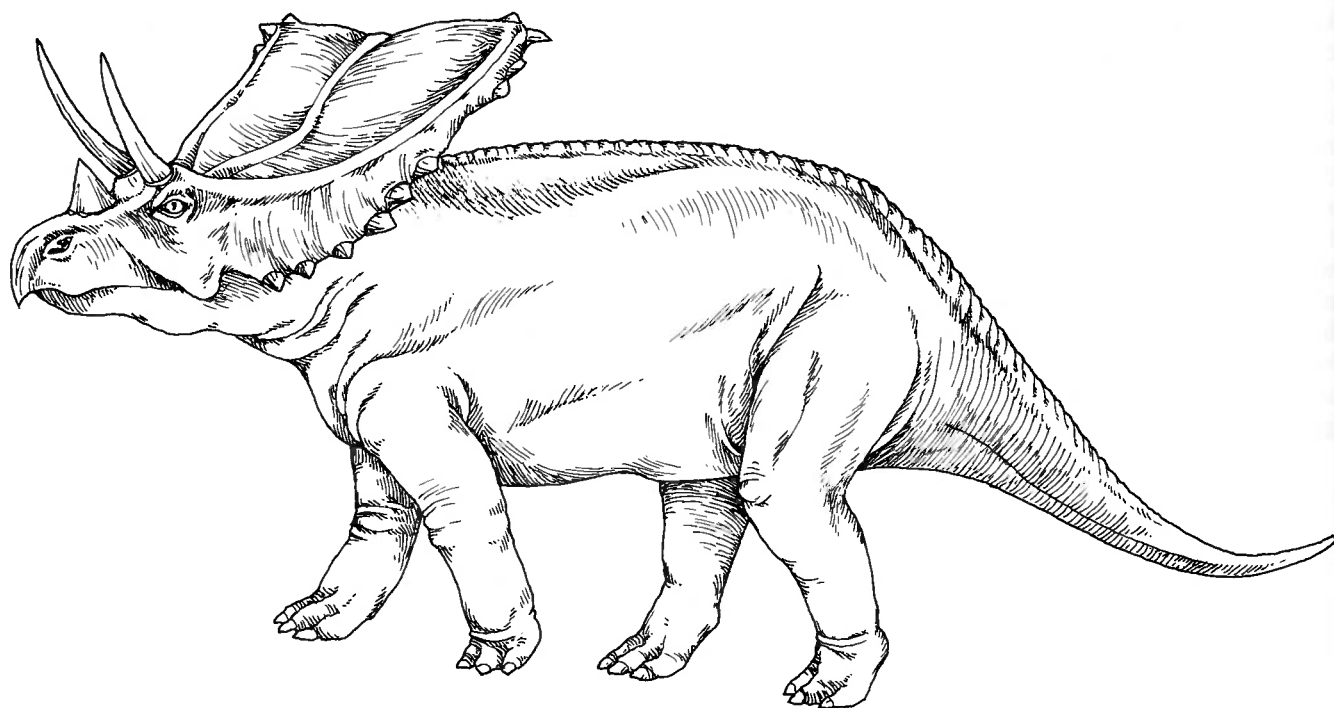


Fig. 14: *Chasmosaurus* (lengte: 5,20 m).

gekleurde nekschild vertikaal kwam te staan en de tegenstrever moest afschrikken; indien deze pocherij geen resultaat opleverde, stonden de horens in een geschikte aanvalspositie. De grote oppervlakte van het nekschild, soms meer dan 1 m², kan ook een functie gehad hebben bij het regelen van de lichaamstemperatuur zoals eerder uitgelegd voor de rugplaten bij *Stegosaurus*.

In Noord-Amerika en Zuidoost-Azië komen ook nog andere Ornithischia voor: de pachycephalosauriërs of “sauriërs met een dikke kop” en de ankylosauriden, waarover reeds gesproken werd. De pachycephalosauriërs zijn tweevoetig en waarschijnlijk verwant met de Ceratopsia. Zij hebben een koepelvormig, verdikt schedeldak — omgeven met knobbels en/of stekels — dat

gebruikt werd als stormram bij gevechten tussen soortgenoten of met roofdieren. De knots aan het staartuiteinde van de ankylosauriden wordt gezien als een verdedigingswapen.

De grootste vijanden van al deze herbivoren zijn grote theropoden, de familie van de tyrannosauriden waarvan *Tyrannosaurus* en *Albertosaurus* voorkomen in Noord-Amerika en *Tarbosaurus* in Zuidoost-Azië. Zij hadden een grote massieve kop met grote, gekartelde puntige tanden, een korte dikke hals, krachtige achterpoten en korte voorpoten met slechts twee vingers. De grootste soort draagt de naam *Tyrannosaurus rex*; hij is 15 m lang, 6 m hoog en weegt 7 ton. Hij komt voor tot het einde van het Krijt.

In Noord-Amerika en Zuidoost-Azië komen ook veel kleine theropoden voor, zoals de ornithomimosauriërs, ook gekend als struisvogel-dinosauriërs. Zij zijn een 3 tot 4 m lang, hebben een lange hals met een klein hoofd,

lange slanke achterpoten en een lange staart. Zij worden beschouwd als snelle, beweeglijke dieren. Zij hebben geen tanden en voedden zich waarschijnlijk met eieren, insecten, hagedisachtigen en kleine zoogdieren.

Typisch voor de dinosauriërfauna van Zuidoost-Azië is het voorkomen van sauropoden tot het einde van het Krijt en het bestaan van een eigenaardige groep, de segnosauriërs. Zij vertonen enerzijds kenmerken van de Saurischia, anderzijds hebben zij een bekkenstructuur gelijkend op die van de Ornithischia. Volgens sommigen zijn het roofdieren, volgens andere herbivoren.

Tijdens het laat Krijt wordt het grootste gedeelte van Europa ingenomen door een vrij ondiepe zee met kleine eilanden. Hierop ontwikkelen zich dwerg-dinosauriërs. Een voorbeeld is *Craspedodon*, een iguanodontide, waarvan enkele tanden in België gevonden werden.

In het laat Krijt leven verschillende soorten titanosauriden. Dit zijn relatief kleine sauropoden, ongeveer 12 m

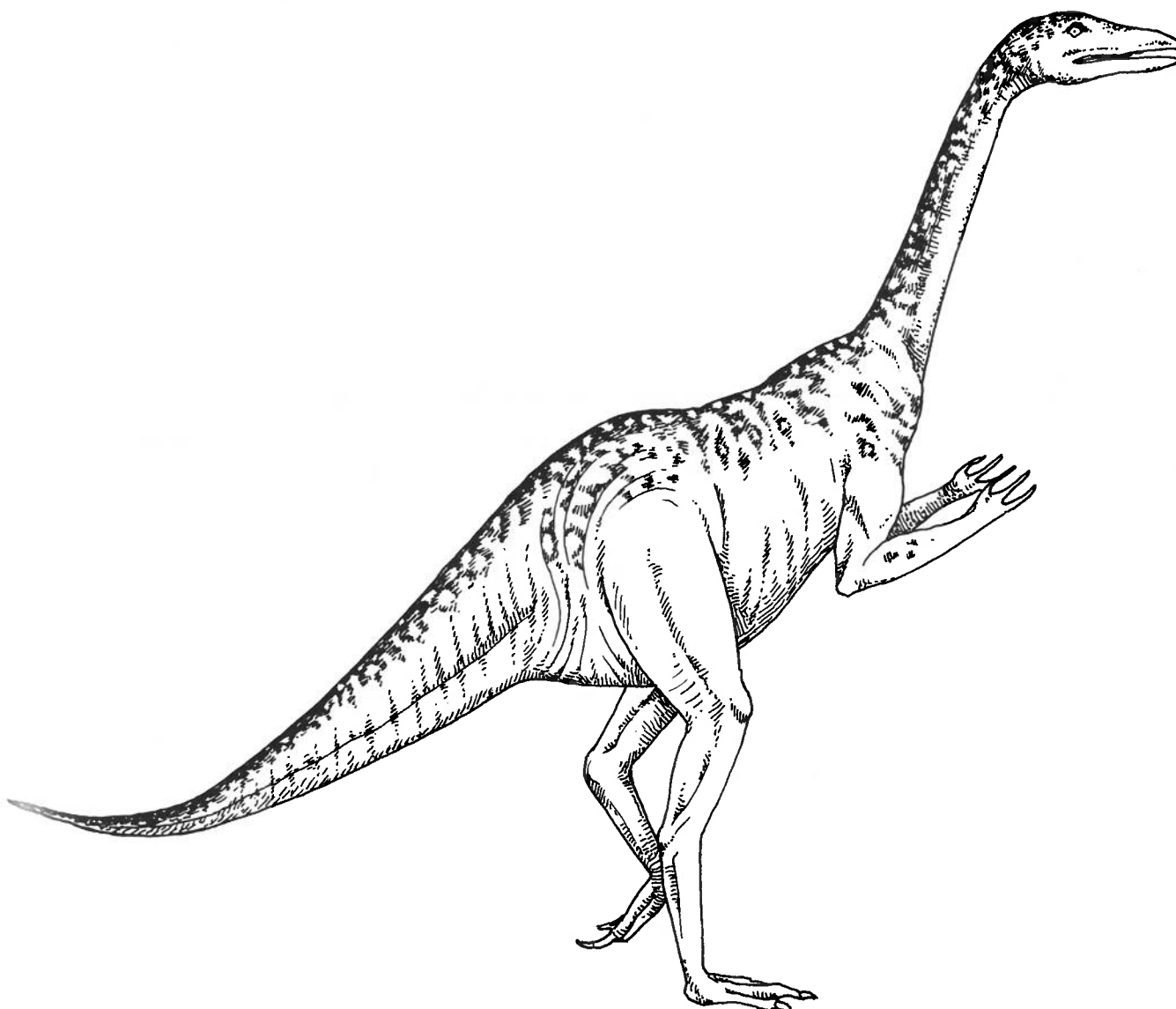
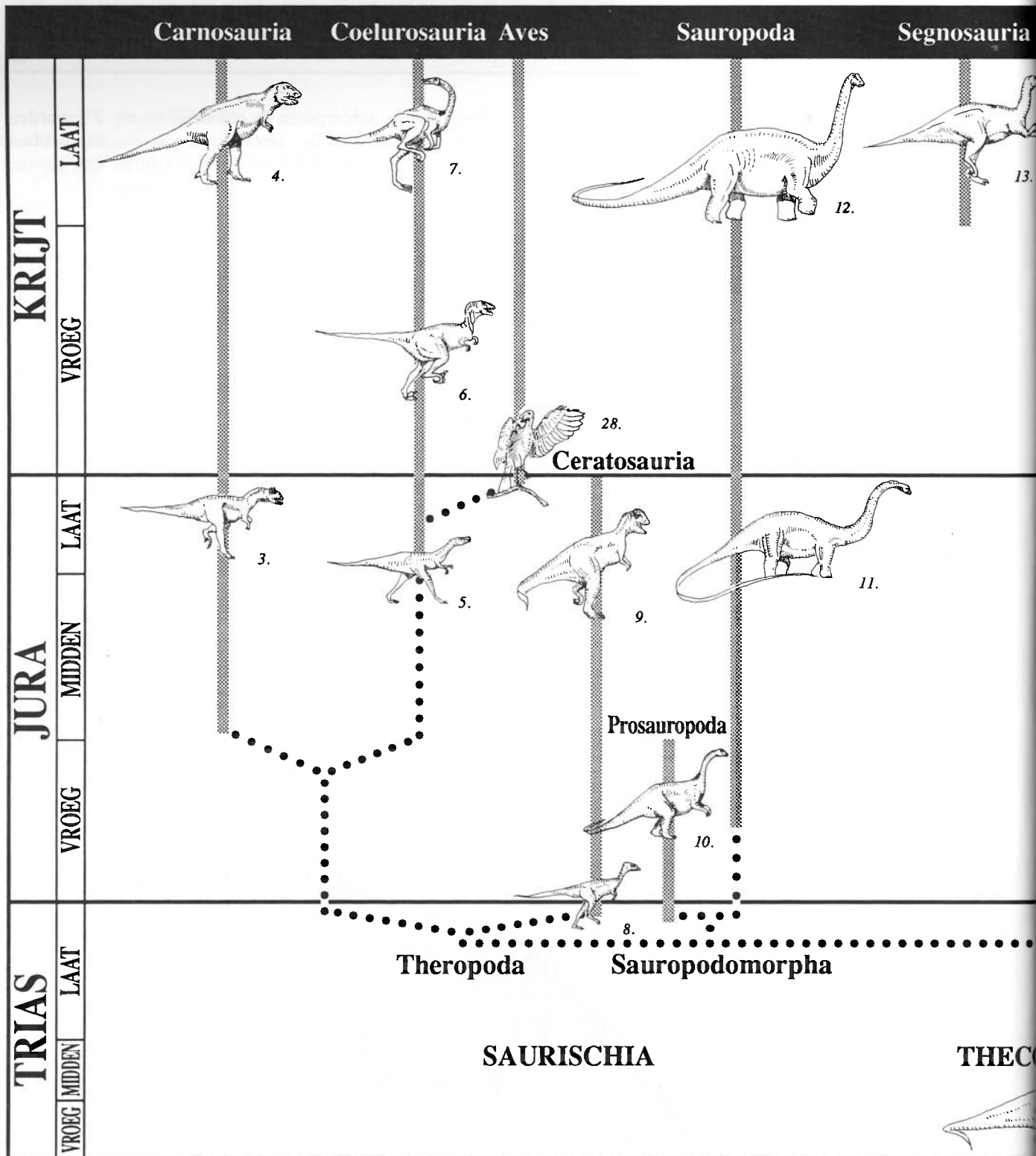


Fig. 15: Ornithomimosauriër of struisvogel-dinosauriër (lengte: 3 tot 4 m).



THECODONTIA

- 1. *Erythrosuchus* (l.: 4,30 m)

DINOSAURIA

- 2. *Herrerasaurus* (l.: 2 m)

SAURISCHIA

Theropoda

Carnosauria

- 3. *Allosaurus* (l.: 12 m)
- 4. *Tyrannosaurus* (l.: 15 m)

Coelurosauria

- 5. *Compsognathus* (l.: 0,70 m)
- 6. *Deinonychus* (l.: 3 m)
- 7. *Struthiomimus* (l.: 3-4 m)

Ceratosauria

- 8. *Coelophysis* (l.: 2-3 m)
- 9. *Ceratosaurus* (l.: 6 m)

Sauropodomorpha

Prosauropoda

- 10. *Plateosaurus* (l.: 6-8 m)

Sauropoda

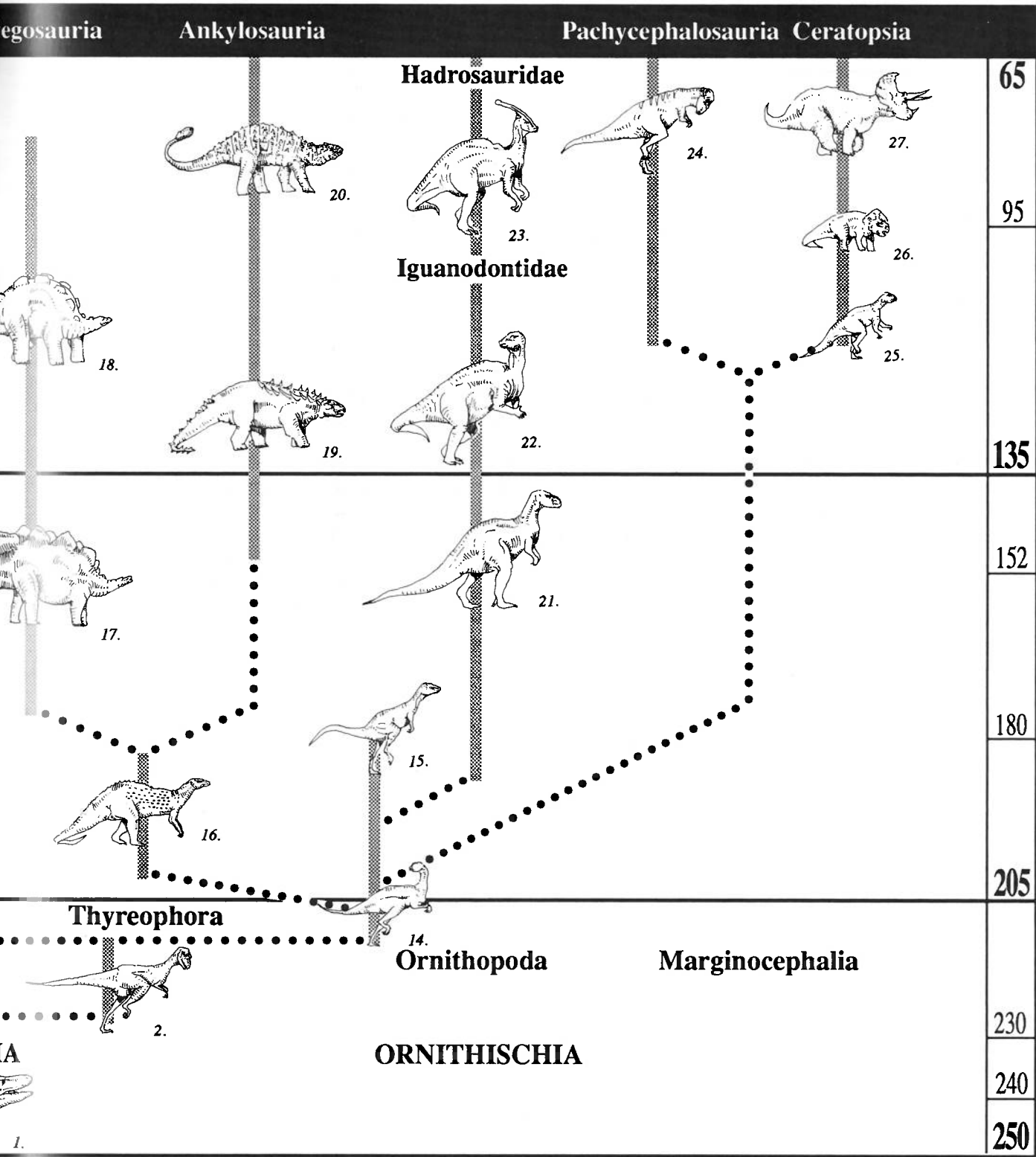
- 11. *Diplodocus* (l.: 27 m)
- 12. *Titanosaurus* (l.: 12 m)

SEGNO SAURIA

- 13. *Segnosaurus* (l.: 7 m)

THECOSAURIA





- ORNITHISCHIA**
- 14. *Pisanosaurus* (1.: 1 m)
 - 15. *Lesothosaurus* (1.: 0,90 m)
- Thyreophora**
- 16. *Scutelosaurus* (1.: 1,34 m)
- Stegosauria**
- 17. *Stegosaurus* (1.: 6-7,50 m)
 - 18. *Wuerhosaurus* (1.: 6 m)

- Ankylosauria**
- 19. *Polacanthus* (1.: 4 m)
 - 20. *Ankylosaurus* (1.: 10 m)
- Ornithopoda**
- 21. *Camptosaurus* (1.: 5-7 m)
 - 22. *Iguanodon* (1.: 6-10 m)
 - 23. *Parasaurolophus* (1.: 10 m)
- Marginocephalia**
- 24. *Pachycephalosaurus* (1.: 8 m)

- Ceratopsia**
- 25. *Psittacosaurus* (1.: 2 m)
 - 26. *Protoceratops* (1.: 1,80 m)
 - 27. *Triceratops* (1.: 9 m)
- AVES**
- 28. *Archaeopteryx* (1.: 0,35 m)

———— Verbreiding met zekerheid gekend
 Waarschijnlijke verbreiding

Fig. 16: Stamboom van de dinosauriërs

lang, met een huidpantser. Zij komen voor in Zuid-Amerika, Afrika, Indië en Madagascar. *Titanosaurus* was één van de langst overlevende dinosauriërs.

Het is een nagenoeg vaststaand feit dat de laatste dinosauriërs wereldwijd verdwijnen aan de grens Krijt/Tertiair, 65 miljoen jaar geleden. Ook andere diergroepen, zoals mosasauriërs, ammonieten, belemnieten en rudisten verdwijnen rond dit tijdstip. Op sommige plaatsen bevatten de Krijt/Tertiair grenslagen een laagje dat rijk is aan iridium. Dit is een zeldzaam metaal waarvan de oorsprong wordt betwist. Meestal worden twee mogelijkheden aanvaard. Ofwel zou het afkomstig zijn uit het binnenste van de aarde en werd het aan de oppervlakte gebracht door vulkanische uitbarstingen, ofwel zou het van buitenaardse oorsprong zijn en werd het aangebracht door meteorieten of asteroïden die met de aarde in botsing kwamen. In beide gevallen neemt men aan dat stofwolken het zonlicht afschermden waar-

door de plantengroei voor een groot gedeelte verdween, zodat ook talrijke diersoorten uitstierven. De vermelde oorzaken zijn kortstondige gebeurtenissen, zeker op een geologische tijdschaal waar men met miljoenen jaren rekt. Men zou dan ook verwachten dat de dinosauriërs plotseling verdwijnen aan de Krijt/Tertiair grens. In feite zijn er slechts 7 geslachten en een twaalfstal soorten van de tientallen geslachten en soorten uit het Krijt, die op dit tijdstip verdwijnen o.a. *Tyrannosaurus*, *Edmontosaurus* (een hadrosauriër) en *Triceratops*. Al de andere, waren al vroeger uitgestorven. De teruggang begint zich af te tekenen een zeventigtal miljoen jaar geleden, toen bleven nog 29 geslachten over; tijdens de daarop volgende 3 miljoen jaar verdwijnen 17 geslachten en in de volgende 2 miljoen jaar nog eens 5. Dinosauriërs stierven dus eigenlijk geleidelijk aan uit; en waarschijnlijk heeft dit te maken met klimaatswijzigingen veroorzaakt door zeespiegelschommelingen en de verplaatsing van de continenten.

De ontdekking van de dinosauriërs

door Georges LENGLET

In de loop der eeuwen hebben mensen dinosaurusbeenderen gevonden, maar ze wisten niet goed van welk dier deze beenderen afkomstig waren.

De oudste beschrijving van een stuk dinosaurusbeen dateert uit 1676. De eerwaarde Robert PLOT, conservator aan het Ashmolean Museum in Oxford, schreef het toe aan een reus. Nu wordt vermoed dat het van een *Megalosaurus* afkomstig was.

In 1787 deelden Dr. Caspar WISTAR en Timothy MATLACK aan de American Philosophical Society van Philadelphia mee dat in New Jersey een abnormaal groot been werd ontdekt.

In 1802 vond Pliny MOODY in Massachusetts voor de eerste maal afdrukken van dinosauriërs: een reeks indrukken van drie geklauwde tenen. In die tijd werd gedacht dat ze van een vogel afkomstig waren, maar hoe kon zo'n licht dier op steen sporen nalaten? In de verbeelding van sommigen kon het wel de raaf van Noë geweest zijn, het eerste dier dat na de zondvloed de ark verlaten had.

LEWIS en CLARK waren in 1806 waarschijnlijk de eersten die een Amerikaanse dinosaurus gezien hebben. Zij beschreven het dier in het verslag van hun ontdekkingsreis langs de bovenloop van de Missouri in 1806, maar ze brachten geen beenderen mee.

Dinosauriërs in Engeland

Het grote avontuur begint in Engeland, meer bepaald in Sussex.

In Lewes, een stadje op een tiental kilometer van Brighton, woont een jonge dokter, Gideon MANTELL, die in de ban van paleontologie en geologie geraakt is. Hij staat op het punt een werk te publiceren met als titel "Fossils of the South Downs", als hij op een lentemorgen een zieke in Cuckfield moet bezoeken.

De lange en zonnige wandeling naar dit naburig dorp maakt hij samen met zijn vrouw Mary Ann. Tijdens zijn visite bekijkt mevrouw MANTELL een hoop stenen die wegwerkers op de berm gelegd hebben. Ze vindt er eigenaardige fossiele tanden die Dr. MANTELL een beetje in de war brengen. Behoren zij tot een of andere

planteneter? Dra is hij overtuigd dat het een heel belangrijke ontdekking betreft en vlug voegt hij een beschrijving zonder commentaar en een schets van die tanden bij zijn manuscript. Die tanden zetten hem aan het denken, te meer daar hij net tevoren in de zelfde aardlaag beenderen gevonden heeft, die hij aan een — weliswaar reusachtig — reptiel toeschrijft. Hij vermoedt dat tanden en beenderen tot hetzelfde dier behoren en gaat op zoek naar nog meer overblijfselen.

Eerst doet hij navraag bij de arbeiders in de steengroeven rond Cuckfield, maar niemand heeft al iets gevonden dat op de raadselachtige tanden lijkt. Dan begeeft hij zich naar de "Geological Society" in Londen waar hij een bittere pil moet slikken: zijn collega's hebben dergelijke tanden nog nooit gezien, maar erger nog, ze zijn het er allemaal over eens dat ze weinig belang hebben.

Als een bevriend geoloog, Charles LYELL, een bezoek moet brengen aan de beroemde ontleedkundige Georges CUVIER in Parijs, geeft MANTELL hem een tand mee. LYELL komt met slecht nieuws thuis: CUVIER meent dat het neushoortanden betreft, die waarschijnlijk door het water in secundaire aardlagen terechtgekomen zijn.

MANTELL geeft echter niet op en zoekt verder tot hij het geraamte van een gigantische poot vindt. Hij stuurt die op naar CUVIER die hem eens te meer ontgoochelt: het zou een nijlpaardpoot zijn.

Bij nieuwe opgravingen haalt MANTELL een scherp voorwerp boven. Het lijkt op de horen van een neushoorn. Maanden, jaren zijn verstreken sinds zijn vrouw de tanden ontdekt heeft. In 1825 waagt hij zijn laatste kans. Hij gaat naar het "Royal College of Surgery" in Londen, waar zich een heel uitgebreid museum voor vergelijkende ontleedkunde bevindt. Niets van wat hij te zien krijgt, lijkt enigszins op de in Sussex gevonden overblijfselen. Ietwat verongelijkt wil hij afscheid van de conservator nemen, maar een jonge onderzoeker klampt hem aan. Deze Samuel STUTCHBURY zou graag de fossielen zien. Hij heeft zopas het skelet van een Middenamerikaanse hagedis opgesteld en hij is ervan overtuigd dat de fossiele tanden — hoewel veel groter — heel erg lijken op die van de hagedis. MANTELL stormt het laboratorium van STUTCHBURY binnen en zegeviert!

De tanden in de leguaneschedel die vóór hem staat lijken precies op degene die reeds drie jaren in zijn hoofd rondspoken. Nu kan hij het raadselachtige dier een naam geven en doopt het dan *Iguanodon* (tand van een leguaan of *Iguana*).

Aan de hand van de elementen die hij bezit, probeert hij een iguanodon samen te stellen. Hij vormt een viervoetig dier met een ellenlange staart. MANTELL plaatst eerst de horen op de snuit, maar later blijkt die een duimspoor te zijn. Hij denkt dat het dier 60 m lang is.

Twee maanden na het verschijnen van het werk van MANTELL in 1822 ontdekt een ander geneesheer, James PARKINSON, bij Oxford de resten van een groot roofreptiel dat hij *Megalosaurus* (grote hagedis) noemt. In 1824 zorgt de geoloog William BUCKLAND voor de wetenschappelijke beschrijving van dit dier.

In 1832 beschrijft MANTELL *Hylaeosaurus* en in 1841 vindt de beroemde paleontoloog en ontleedkundige Richard OWEN de term "*Dinosauria*" (verschrikkelijke hagedissen of verschrikkelijke reptielen) uit, die furor maakt dank zij de publicatie in 1842 van een werk over de fossiele reptielen van Groot-Brittannië.

De verbeeldingskracht van de kunstenaars uit de tweede helft van de negentiende eeuw vormt een vruchtbare bodem voor een fabelachtige begrip als "verschrikkelijke hagedissen". Ze beelden meedogenloze gevechten uit tussen *Megalosaurus* en *Iguanodon*. De talrijke etsen die op de markt komen verbazen het grote publiek en zo raakt de naam dinosaurus alom bekend. Deze bevlieging is nog steeds niet over!

In 1851 vindt in Londen de eerste tentoonstelling over techniek en industrie plaats. In het Hyde Park wordt een kolossaal bouwwerk in ijzer en glas opgetrokken. Na de tentoonstelling wordt dit "Crystal Palace" heropgebouwd in een park in de Londense voorstad Sydenham. Iemand opperde de idee om bij die gelegenheid in het park levensgrote reconstructies van prehistorische reptielen op te stellen. OWEN, die verantwoordelijk was voor de realisatie, doet een beroep op beeldhouwer Waterhouse HAWKINS.

Eind 1853 zijn de modellen uit baksteen en cement bijna klaar. HAWKINS vat het plan op om oudejaarsnacht binnenin een iguanodon te vieren. Rond het dier laat hij een rijk versierd voorlopig paviljoen oprichten. Alle befaamde geologen en natuuronderzoekers uit het Groot-Brittannië van die tijd krijgen een uitnodiging. Naast OWEN en HAWKINS nemen twintig gasten deel aan het feest, maar degene, door wie het allemaal begonnen is en wie zeker de eregast zou geweest zijn, Gideon MANTELL, is er niet. Het jaar ervoor is hij overleden.

De beelden van HAWKINS staan nog steeds in Sydenham. Ze zien er nu misschien wel grotesk uit, maar ze zijn de aandoenlijke getuigen uit de buitengewone periode van de eerste ontdekkingen. Ze tonen ook aan dat zowel de paleontologie als de technieken voor reconstructie en voorstelling van dinosauriërs enorm zijn vooruitgegaan.

De dinosauriërs in Noord-Amerika

In 1856 beschrijft Robert LEIDY voor de eerste maal een Amerikaanse dinosaurus, *Trachodon*, waarbij hij steunt op enkele in Montana gevonden tanden.

Slechts enkele mijlen van het laboratorium van LEIDY verwijderd, had een boer enkele jaren voordien enorme wervels gevonden. Hij deelde ze aan zijn bureu uit. Dit verhaal komt ter ore van William FOULKE, die hier in 1858 voorbijkomt. Hij koopt enkele wervels en verkrijgt van de boer de toelating om op zijn veld te gaan graven. Algauw komt er een groot dijbeen tevoorschijn, en dan een bekken en zelfs poten. LEIDY onderzoekt het opgegraven geraamte dat hij *Hadrosaurus* noemt. Hij stelt het skelet opgericht op; hier wordt voor het eerst beweerd dat niet alle dinosauriërs viervoeters waren.

In de geschiedenis van de Noord Amerikaanse paleontologie zullen twee namen nooit vergeten worden. De legendarische Othniel C. MARSH (1831-1899) en Edward D. COPE (1840-1897), eerezuchtige dinosaurusjagers, verkennen elk de nieuwe gebieden in het verre westen. Zo komen ze in elkaars vaarwater, wat natuurlijk op een bittere wedijver uitloopt.

COPE boekt zijn eerste successen in 1876, als hij in Montana een *Monoclonius* vindt.

In 1877 ontdekt Arthur LAKES toevallig de beroemdste vindplaats van dinosauriërs van de Nieuwe Wereld: de ontsluitingen in Morrison (Colorado) later gekend als de Morrison Formatie. Hij vindt er de overblijfselen van een 20 m lange sauropode. Hij beseft dat hij dit dier niet zelf kan onderzoeken en stuurt een aantal beenderen naar MARSH, die dan hoogleraar is aan de Universiteit van Yale. Maar LAKES is niet zeker dat een kopstuk als MARSH er veel aandacht aan zal schenken en zendt ook enkele stukken naar COPE. LAKES heeft niet het flauwste vermoeden dat hij daardoor de "dinosauriërs oorlog" ontketent. MARSH vertrekt stante pede met een expeditie naar Colorado. Hij vergoedt LAKES rijkelijk en vraagt het geheim te houden. LAKES beseft wat voor een vergissing hij begaan heeft. In een brief verontschuldigt hij zich bij COPE, waarbij hij vraagt of die de beenderen die hij bezit naar MARSH wil sturen. COPE zal nooit geloven dat MARSH van die historie niets afweet en te goeder trouw handelt. Nu hij de fossielen moet afstaan en zijn gedroomde publicatie de mist ingaat, vat hij voor zijn collega een tot in de dood onverzoenlijke haat op.

MARSH koopt alle rechten op voor de exploratie van de ontsluitingen in Morrison. Zijn zegeroes is slechts van korte duur. COPE kan beslag leggen op een nieuwe vindplaats in de buurt, in Garden Grove. Die site is rijker dan die van MARSH en bevat ook grotere en vollediger skeletten. De twee geleerden laten hun gebied beschermen door zwaar bewapende helpers; ze hebben minder schrik van aanvallende Indianen dan van de streken van hun rivaal.

Nogmaals lacht het geluk MARSH toe. Twee beambten van de Union Pacific Railroad sturen hem nieuwe in Como Bluff (Wyoming) gevonden beenderen. MARSH koopt ze en zendt Samuel WILLISTON naar die plaats.

Een opgewonden WILLISTON schrijft onmiddellijk naar MARSH: "een rijkere en grotere vindplaats dan Como is nog niet gevonden; ze beslaat meer dan 10 km". Eind 1877 gaan de werkzaamheden van start en maandenlang worden tonnen beenderen bovengedaald. Deze opgravingen gebeuren zo geheim dat COPE het bestaan van de site Como slechts in 1879 verneemt. Nijdig stuurt hij een van zijn ploegen naar Wyoming om het kamp van MARSH te veroveren. De mannen van COPE zijn nog maar pas in de streek, of ze worden ontmaskerd en weer naar Colorado gezonden.

COPE wil van de afwezigheid van MARSH gebruik maken om zelf een "bezoek" te brengen aan de graafplaats. De mannen van MARSH hebben dat in de gaten en vernietigen alle bovenstekende beenderen.

De afloop van dit verhaal baart minder opzien. In hun publicaties en op wetenschappelijke vergaderingen krijgen de twee geleerden het nog vaak aan de stok met elkaar. Hun woordenstrijd wordt zelfs buiten de wetenschappelijke wereld uitgevochten; de kranten staan er vol van. Maar in hun naijver hebben ze een titanenwerk verzet. Samen hebben ze 136 nieuwe dinosauriërs ontdekt (80 voor MARSH tegen 56 voor COPE), waarbij we talrijke andere fossielen niet mogen vergeten; dit record zal nooit meer geëvenaard worden.

De door MARSH opgegraven skeletten bevinden zich nu in de verzamelingen van de Universiteit van Yale; ze zijn tentoongesteld in het Peabody Museum (New Haven, Connecticut). Ook die van COPE zijn voor het grote publiek toegankelijk: het American Museum of Natural History (New York) heeft ze gekocht. In het begin van de eeuw heeft een ander groot paleontoloog ze een heel natuurlijke houding gegeven: Henry F. OSBORN.

De ontdekking van een zoogdier in de vindplaats Como Bluff heeft de nieuwsgierigheid van Henry OSBORN gewekt. In 1897 vertrekt hij met een expeditie naar Wyoming. Het wordt een harde en vruchteloze reis. Van zoogdieren geen spoor, en de mannen van MARSH hebben slechts twee geraamten van dinosauriërs overgelaten. Hoewel de groep van OSBORN ontgoocheld is, wil ze niet terug voor ze de omgeving verkend heeft. Als OSBORN pas op het eind van het academiejaar, in juni 1898, zelf naar Como kan komen, toont de groep hem een weids zachtglooiend dal, bezaaid met struikjes en keien. Die keien, die tot aan de einder verspreid liggen, blijken allemaal dinosaurusbenderen te zijn. Er staat zelfs een herdshut die gebouwd is met die beenderen. De plaats krijgt de naam "Bone Cabin Quarry" (beenderhutgroeve).

GRANGER voegt in 1898 een aantal beenderen samen tot één van de eerste skeletten van deze plaats: een *Brontosaurus* (= *Apatosaurus*). Na het onderzoek moeten we nog jaren wachten totdat het skelet opgesteld is en slechts in 1905 in New York aan het publiek getoond wordt.

In de overtuiging dat dinosauriërs niet alleen in Jura-lagen voorkomen stuurt OSBORN ondertussen Barnum BROWN uit. Die moet de Krijtformaties van Montana

onderzoeken. In 1902 brengt hij een 1,2 m lange schedel mee van een vleeseter die door OSBORN *Tyrannosaurus* wordt genoemd.

In 1908 vindt George STERNBERG in Wyoming een mummie van een eendebeksaurus (*Anatosaurus*). Op dit in New York tentoongestelde dier zijn er duidelijk huidfragmenten te zien. Tijdens datzelfde jaar ontdekt Earl DOUGLAS op de grens van Utah en Colorado een dijbeen van *Diplodocus*, maar hij kan slechts het jaar erop een nieuw dinosauriërskerkhof aantonen.

DOUGLAS werkt in opdracht van het Carnegie Museum van Pittsburg (Pennsylvania) dat door de staal-miljardair Andrew CARNEGIE gefinancierd wordt en krijgt door hem alle noodzakelijke mankrachten en geldmiddelen ter beschikking. Spoedig worden talrijke overblijfselen van allosauriërs, brontosauriërs, camptosauriërs en stegosauriërs opgegraven. Het meesterstuk is echter een bijna volledig skelet van *Diplodocus*. Opgesteld is het 27 m lang, heel wat meer dan de beroemde *Brontosaurus* (= *Apatosaurus*) van New York (21 m). HOLLAND, die het skelet opstelt, noemt het *Diplodocus carnegiei* om zijn mecenas te eren. Die voelt zich zo gevleid dat hij "zijn dinosaurus" aan heel de wereld wil tonen. Gipsen afgietsels worden gemaakt, die hij aan verschillende musea in Europa (Londen, Parijs, Frankfurt, Berlijn, Wenen en Bologna), in Mexico en in Zuid-Amerika (La Plata) schenkt. Dit skelet is wellicht het bekendste in de wereld.

De door DOUGLAS ontdekte vindplaats is zo rijk dat ze nu nog steeds ontgonnen wordt. Ze staat nu bekend als Dinosaur National Monument (Jensen, Utah). Het grote publiek kan er zien hoe men nog steeds fossielen vrijlegt.

Hoewel de belangrijke afzettingen van de Red Deer River in Alberta, Canada, reeds in 1884 gekend zijn, worden ze pas vanaf 1910, onder leiding van Barnum BROWN, onderzocht.

Twee jaar later gaat de familie STEINBERG, ook befaamde dinosaurusjagers, eveneens op zoek in dit gebied. Hierbij worden veel skeletten uit het late Krijt gevonden.

Het Noordamerikaanse vasteland verbergt beslist nog talrijke schatten. In de jaren zeventig van deze eeuw ontdekt James JENSEN in Colorado kort na elkaar twee van de grootste gekende dinosauriërs: *Supersaurus* en *Ultrasaurus*.

In 1979 vindt Arthur LOY, muzikleraar, dinosaurusbenderen tijdens een wandeling in een woestijngebied ten noorden van Albuquerque (New-Mexico). Het duurt zes jaar voor de paleontoloog David GILLETTE, die over de vondst gehoord heeft, komt zien. Hij staat verbluft voor het fossiel dat hij daar vindt: *Seismosaurus*. Dit waarschijnlijk tot nu grootste gekende dier is langer dan een blauwe vinvis. Het zal wellicht nog tien jaar duren voor het uit de rots vrijgemaakt is.

Ook Alaska levert zijn dinosauriërs. Wetenschapslui van de Universiteit van Berkeley hebben er heel wat eendebeksauriërs gevonden. Onlangs hebben ze een nieuwe ceratopside van het genus *Pachyrhinosaurus* ontdekt.

Ontdekkingen in een Belgische mijn.

In 1878 wordt de wetenschappelijke wereld dooreengeschud. Belgische mijnwerkers die op 322 m diepte naar steenkool graven, denken dat ze fossiele boomstammen gevonden hebben. De geneesheer van de mijn wordt erbij geroepen en stelt vast dat het geen hout betreft, maar reusachtige beenderen van een voor hem onbekend dier. De beroemde hoogleraar VAN BENEDEN identificeert de beenderen en kondigt enkele weken later op de Academie der Wetenschappen van België aan dat in Bernissart iguanodons gevonden zijn.

Het natuurhistorisch museum van Brussel vaardigt L. DE PAUW af, die drie jaar lang op de opgraving van een dertigtal iguanodons gaat toezien. Alles loopt op wietjes. De opgedolven beenderen worden in gips gehuld en naar Brussel gevoerd. Daar worden ze zorgvuldig gereinigd en verstevigd. In 1882 neemt Louis DOLLO de leiding bij de opstelling van een eerste geraamte en gaat het wetenschappelijk onderzoeken.

Buiten de iguanodons worden in Bernissart veel fossielen van andere dieren en planten bovengehaald. Die maken een nauwkeurige beschrijving van fauna en flora uit een ver vervlogen verleden mogelijk.

De dinosauriërs over de hele wereld.

Buiten de Verenigde Staten, had men bij het begin van onze eeuw, slechts weinig in groeven of mijnen naar dinosauriërs gezocht. Maar in 1907 worden in Tendaguru (Tanzania) resten van een reusachtige plantenetende dinosaurus gevonden. Het inzamelen van de fondsen en de voorbereiding van een expeditie onder leiding van W. JANENSCH en E. HENNIG duurt twee jaar. De ontginning van de vindplaats verloopt heel moeilijk in de tropische omgeving en zal vier jaar en 500 manschappen vergen. De opbrengst omvat o.a. een reusachtige sauropood met een giraffenek (*Brachiosaurus*), een neefje van *Diplodocus* (*Dicraeosaurus*) en een gepantserde dinosaurus (*Kentrosaurus*). Al die geraamten staan in het museum van de Humboldt-Universiteit in Berlijn. Met zijn lengte van 23 m en zijn hoogte van 12,6 m is die *Brachiosaurus* het grootste opgestelde skelet van de hele wereld.

Sindsdien zijn talrijke fossielen gevonden in Zuid-Afrika, maar ook in Niger, Lesotho en in de Atlas. Ook de Sahara blijkt veel te beloven.

In 1902 heeft een Russische kolonel in China dinosaurusbeenderen gevonden. Toch zal hun vindplaats pas tussen 1915 en 1917 door de Russen onderzocht worden. Ze vinden er een grote hadrosaurus: *Mandschurosaurus* (tegenwoordig in het museum van Leningrad).

Er worden nog enkele internationale expedities ingericht, maar vanaf de jaren dertig nemen de Chinezen zelf de ontginning waar. In de laatste dertig jaar staat in China de paleontologie weer in de belangstelling en worden dinosauriërs met de meest zonderlinge vormen ontdekt.

Van 1922 tot 1925 stuurt het American Museum of Natural History vijf expedities naar Mongolië. Er wordt eigenlijk naar sporen van prehistorische mensen gezocht, maar wanneer de eerste zending in de Gobiwoestijn dinosauriërs vindt, gaan alle andere ook in die richting zoeken. Tijdens die expedities worden vijf nieuwe genera beschreven, maar de opmerkelijkste vondsten zijn ongetwijfeld de nesten met eieren en jongen van *Protoceratops*. De politieke gebeurtenissen in Oost-Azië verhinderen echter verdere zendingen. In 1946 en in 1947/1949 worden ze door de Russen hervat en later, in de jaren zestig en zeventig, volgen gemengde Russisch-Mongoolse en Pools-Mongoolse missies. Alle zorgen voor een nieuwe oogst van dinosauriërs, waaronder de met de Amerikaanse *Tyrannosaurus* verwante *Tarbosaurus*.

Enkele dinosauriërs uit Zuid-Amerika zijn bekend, maar er werden nog geen intensieve opgravingen gedaan.

In Australië is de zoektocht naar dinosauriërs nog maar pas aangevangen. In zuidelijk Queensland zijn honderden afdrucken en enkele skeletten gevonden en de verwachtingen zijn hoog gespannen.

Ook Antarctica draagt nu bij. In 1986 vinden Argentijnen een *Ankylosaurus* en in 1989 ontdekken Engelsen een hysilophodon. Uit al die ontdekkingen wordt het duidelijk dat dinosauriërs op alle werelddelen geleefd hebben.

Vertaling: Jan Claerbout

Het verdwijnen van de dinosauriërs

door Georges LENGLET

“Nadat zij gedurende 165 miljoen jaar over de aarde hadden geregeerd, stierven de dinosauriërs plotseling uit op het einde van het Krijt, 65 miljoen jaar geleden”. Dit soort sensationele zinnen vindt men geregeld terug in vulgariserende artikels; de waarheid wordt echter geweld aangedaan met dit soort uitlatingen:

– De dinosauriërs waren niet de enige die dit lot ondergingen. Samen met hen stierven 60% van de levende wezens uit. Op het einde van het Krijt verdwenen ook veel eencellige organismen, dierlijk plankton, talrijke mollusken (in het bijzonder de rudisten, de ammonieten en de belemnieten), alle grote zeereptielen (plesiosauriërs, ichtyosauriërs en mosasauriërs), alle vliegende reptielen (pterosauriërs), evenals zoogdieren en vogels die tanden hadden (*Ichthyornis* en *Hesperornis*). Op het vasteland overleefde geen enkel dier dat meer dan 25 kg woog.

– Het fenomeen trof zowel de aarde als de zee. Nochtans leefden er geen dinosauriërs in zee.

– Met de huidige dateringsmethoden kan geen zeer grote precisie bereikt worden. De term “plotseling” is nogal vaag; voor ons betekent “plotseling” in een paar seconden of in enkele minuten, maar op de geologische tijdschaal kan het om één miljoen jaar gaan. In 10.000 eeuwen kan veel gebeuren. Op dit ogenblik is het niet mogelijk vast te stellen over welke tijdsspanne de dinosauriërs uitgestorven zijn.

In de loop van de 165 miljoen jaar dat zij leefden, hebben de dinosauriërs belangrijke wijzigingen ondergaan. Het is bewezen dat het aantal soorten reeds sterk verminderd was op het einde van het Krijt, zodat in die periode slechts de “laatste der dinosauriërs” zijn uitgestorven.

Tenslotte is dit massale uitsterven, waarvan ook de dinosauriërs het slachtoffer waren, geen uniek feit en zelfs niet het belangrijkste dat in de loop van de geschiedenis van het leven heeft plaatsgevonden. Sedert het begin van het Paleozoïcum, 570 miljoen jaar geleden, zijn 4 grote extinctiefasen waargenomen waarvan de belangrijkste plaats vond tussen het Perm en het Trias, 250 miljoen jaar geleden, en waarbij 90% van de gekende soorten werden uitgeroeid. Sommige paleontologen menen dat het uitsterven een cyclisch

verschijnsel is dat zich ongeveer om de 26 miljoen jaar voordoet.

Het uitsterven van de dinosauriërs is één van die grote wetenschappelijke raadsels die de belangstelling van het grote publiek opwekken. Aan hypothesen is er trouwens geen gebrek. Vele hiervan zijn uit de lucht gegrepen en weinige houden rekening met alle beschikbare gegevens. De meeste zien het verdwijnen van de dinosauriërs als een alleenstaand feit, sommige beschouwen deze dieren als een vergissing van de natuur, als domme lomperds die niet in staat waren zich verder te ontwikkelen. Dit is moeilijk te aanvaarden voor een diergroep die gedurende een zo lange periode de aardse fauna heeft beheerst.

De vooropgestelde hypothesen kunnen in acht categorieën worden onderverdeeld.

Oorzaken die bij de dinosauriërs zelf lagen

– De dinosauriërs waren zo lomp en zo onhandig geworden dat ze zich niet meer konden voortplanten.

– Hun eierschalen waren te zacht of te breekbaar.

– Er waren te veel individuen van hetzelfde geslacht.

– Hun hersenen waren zodanig klein dat ze niet in staat waren om zich aan te passen aan de veranderingen van het milieu.

– Deze stompzinnigheid bracht hen in depressieve toestanden die tot zelfmoordneigingen leidden.

Voedselproblemen

– Zij stierven uit bij gebrek aan voedsel.

– De planten werden weggevreten door insecten.

– Giftige planten doodden de plantenetende dinosauriërs.

– Stierven zij aan constipatie? Vooraleer de bedektzadige planten verschenen (angiospermen), voedden zij zich met coniferen en varenpalmen die een olieachtige substantie met purgerend effect bevatten. Toen deze planten vervangen werden door de bedektzadigen, die deze oliën niet bezitten, kregen zij problemen met hun spijsvertering.

Giftige anorganische stoffen

- Toen enkele jaren geleden de schadelijke invloed van D.D.T. op de eieren van vogels werd vastgesteld, en meer bepaald de bedreiging die dit produkt vormde voor het voortbestaan van de slechtvalk, opperden bepaalde geleerden het idee dat de dinosauriërs misschien door een gelijkaardige oorzaak aan hun einde kwamen.

Hier moet nochtans opgemerkt worden dat een dergelijk produkt zich opstapelt in de voedselketen en dat vooral de dieren op het einde van de keten getroffen worden, met andere woorden de roofdieren. Bij de dinosauriërs werd nooit een giftige substantie ontdekt.

Biologische oorzaken

- Zij kunnen bezwaken zijn aan epidemieën of aan nieuwe parasieten.

- Zij stierven aan een hartinfarct.

- Door een hormonale ziekte legden zij eieren waarvan de schaal zo dik was dat de jongen ze niet konden breken.

- Door een gestoorde stofwisseling ontstonden misvormingen of een algehele verzwakking.

- Door herhaald verkeerde transcripties van het DNA degenereerden en stierven de dieren.

- De eierende dieren ontwikkelden zich zo snel dat pasgelegde eieren onmiddellijk werden opgegeten.

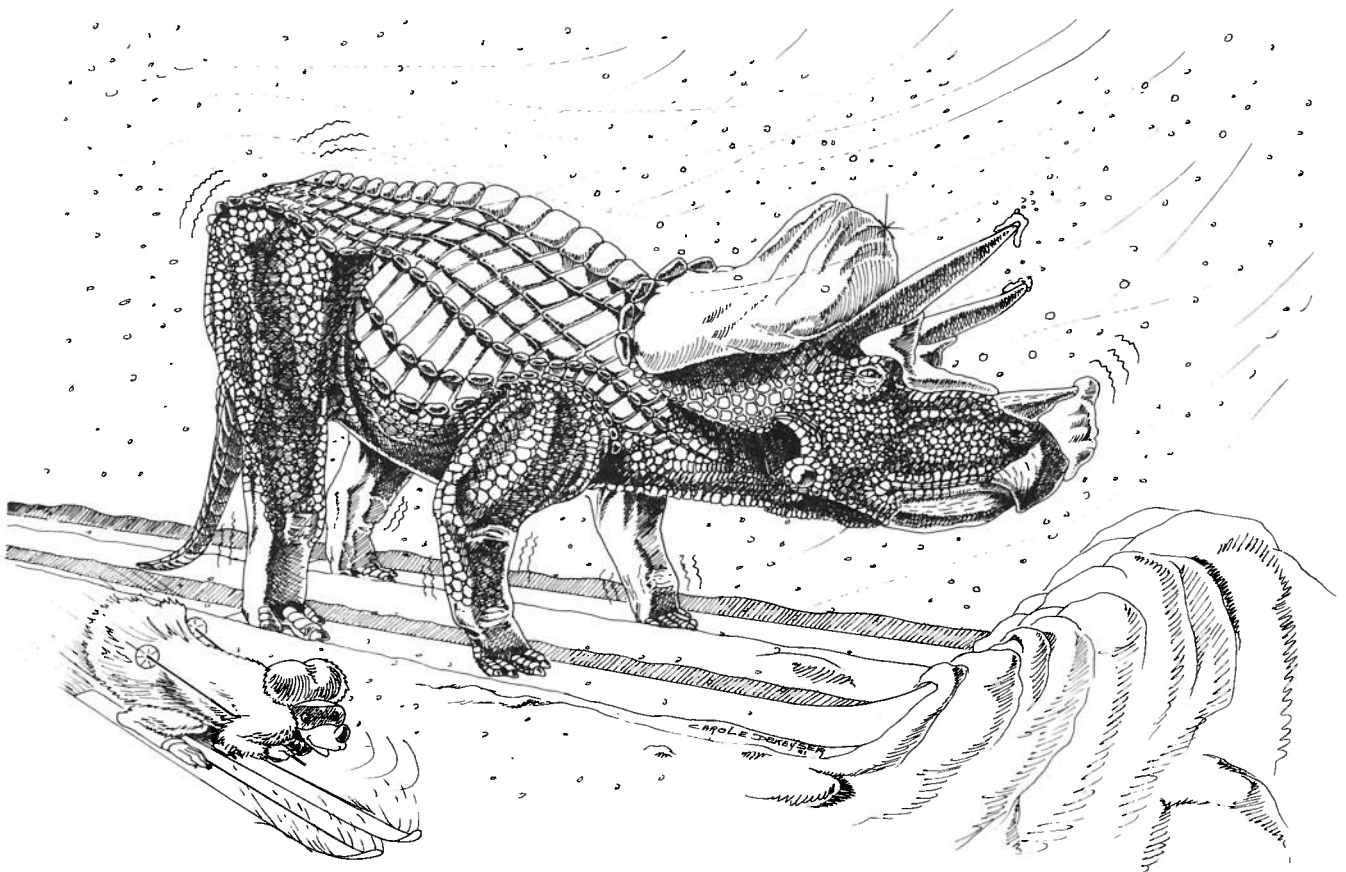
- De vleesetende dinosauriërs waren zo talrijk en zo efficiënt geworden dat zij al hun prooidieren opaten om vervolgens ten onder te gaan. Het geringe voorkomen van vleeseters in de dinosaurusafzettingen spreekt deze hypothese tegen.

- De zoogdieren wierpen zich op de eieren en op de jongen en waren beter aangepast aan de klimatologische omstandigheden. In de afzettingen wordt ook hiervan geen bewijs gevonden.

Evolutionaire oorzaken

Door zich te specialiseren kan een dier een bijzondere ecologische niche bezetten. Hoe groter de specialisatie, des te beperkter het milieu en des te zwakker de concurrentie van andere soorten. Dit biedt een voordeel maar het extreem gespecialiseerde dier is kwetsbaar en gevoelig voor de kleinste verandering in zijn omgeving. De koala bijvoorbeeld voedt zich uitsluitend met eucalyptusbladeren; zouden de eucalyptusbossen verdwijnen, dan is hij ten dode opgeschreven. Hetzelfde geldt voor de reuze panda die volledig afhankelijk is van de bamboebossen.

- Men heeft verondersteld dat de dinosauriërs te gespecialiseerd waren, zowel op het gebied van hun voeding als wat hun aanpassing aan het klimaat betrof. Deze oorzaak kan het verdwijnen van enkele soorten verklaren, maar zeker niet van alle.



- In het algemeen brengt de overheersing van bepaalde soorten in een ecosysteem een vermindering van de biologische verscheidenheid met zich mee en creëert zij een verstoord ecologisch evenwicht. In het geval van de dinosauriërs kan dit fataal zijn geweest.

- Hun verdwijning was misschien het gevolg van een veroudering van het "ras" ?

Geologische en klimatologische oorzaken

Het einde van het Krijt werd gekenmerkt door aanzienlijke bewegingen van de aardkorst, de regressie van de ondiepe, warme zeeën en een nieuwe verdeling van de watermassa. Deze geografische wijzigingen tastten in vele streken het klimaat aan. De seizoenswisselingen werden uitgesproken en de dinosauriërs konden zich hieraan niet aanpassen.

Een serie klimatologische oorzaken werd naar voren geschoven:

- ten gevolge van het terugtrekken van de zeeën zou de hoeveelheid mariene algen, die kooldioxyde absorberen, sterk verminderd zijn. Een toename van kooldioxyde in de atmosfeer zou een broeikaseffect teweeggebracht hebben en een opwarming van de aarde,

- een temperatuurdaling,
- een toename van de vochtigheid of van de droogte,
- overstromingen,...

- Bij de krokodillen wordt het geslacht van het embryo bepaald door de broedtemperatuur van het ei. Indien een dergelijk proces ook bij de dinosauriërs bestond, dan kon een opwarming of een afkoeling van het klimaat misschien de geboorte van individuen van hetzelfde geslacht tot gevolg hebben gehad.

- De geologische omstandigheden waren zodanig dat bepaalde levensnoodzakelijke elementen zoals zout of sporenelementen afwezig waren of zeer zeldzaam. Dit tekort was fataal voor de dinosauriërs.

- Een verschuiving van de rotatieas van de aarde of een omkering van de aardse magnetische velden waardoor het beschermend effect van de atmosfeer tegen de stralingen verminderde, zou eveneens nefaste gevolgen kunnen gehad hebben.

- Door een intense vulkanische activiteit kwamen giftige gassen vrij en ontstonden stofwolken die, geholpen door de winden, rond de planeet cirkelden. De dinosauriërs werden misschien vergast.

- Aangezien de stofwolk de hemel gedurende maanden verduisterde werd de fotosynthese onmogelijk en verdwenen tijdelijk vele planten, waardoor de planteters verhongerden.

- Zure regens hadden misschien de planten aangetast en de zuurtegraad van het zeewater gewijzigd (en waarom niet deze van het zoetwater?) met als gevolg een ware slachting in de oceanen.

- De vulkaanuitbarstingen hadden de ozonlaag vernietigd zodat de ultraviolette straling de aarde kon

bereiken en er alle dieren vernietigen, die niet in holen leefden.

Buitenaardse oorzaken

- Kosmische straling, uitgestoten tijdens de ontplofing van een supernova, had misvormingen bij de embryo's tot gevolg.

- De aarde was door een wolk van schadelijk interstellair stof gegaan.

- Men heeft het bestaan van een op de zon gelijkende ster bedacht, Nemesis, die kometen uit hun baan zou slingeren. Het neervallen van deze kometen op de aarde zou grote natuurrampen tot gevolg hebben. Aangezien deze ster een cyclische baan heeft, zou dit fenomeen zich herhalen en een verklaring kunnen geven voor het massale uitsterven op het einde van elke, 26 miljoen jaar durende omloop.

- Een zelfde veronderstelling werd gedaan in verband met een planeet X die zich voorbij Pluto zou bevinden. Deze hypothesen zijn interessant maar tot nu toe werden noch Nemesis noch planeet X ontdekt.

- Ons zonnestelsel doorkliefde een andere melkweg wat een verstoring van de banen van de planeten uit onze melkweg tot gevolg had. Geen enkele astronomische observatie laat toe een dergelijke hypothese te bevestigen.

- De theorie van een meteoriet die insloeg op de aarde is wellicht eenvoudiger en realistischer.

Absurde oorzaken

- Tijdens het Krijt was de aarde het geliefkoosde jachtterrein van buitenaardse wezens en de dinosauriërs waren hun favoriete prooi.

- Gezien hun omvang was er geen plaats voor hen in de Ark van Noë en zij werden verzwolgen door de zondvloed.

- Door een wijziging van de zwaartekracht bezweken zij onder hun eigen gewicht.

Wat te denken van al deze theorieën?

De ingrijpende veranderingen tijdens het Krijt hebben een planetaire weerslag gehad; elke theorie die enkel het verdwijnen van de dinosauriërs verklaart of enkel een lokale oplossing voorstelt moet met de nodige reserves beschouwd worden.

Op dit ogenblik staan twee grote theorieën tegenover elkaar.

De catastrofe-theorie

Volgens deze theorie zou een meteoriet met een diameter van 10 km en met een snelheid van 60.000 km/uur op de



aarde zijn ingeslagen en een explosie hebben veroorzaakt, te vergelijken met een gelijktijdige explosie van alle bestaande nucleaire wapens. De in de atmosfeer geslingerde stof- en stoomwolken zouden de zonnestrallen hebben tegengehouden zodat de atmosfeer afkoelde, de fotosynthese stopte, de planten wegwijnden, en dus ook de dieren die zich ermee voedden, en tenslotte verdwenen ook de roofdieren. Slechts de kleine gewervelde dieren met een trage stofwisseling of die konden vasten of zich in hollen verbergen, ontsnapten aan de uitroeiing.

Deze theorie won aan belang toen in de jaren '80 Dr. Luis ALVAREZ, een chemicus van de universiteit van Berkeley, iridium ontdekte in een fijne, zwarte sedimentlaag die afgezet was op het einde van Krijt. Iridium is op aarde een zeer zeldzaam metaal. In meteorieten en asteroiden komt het echter overvloedig voor. Op verschil-

lende plaatsen op aarde begon men te zoeken naar sporen van deze zwarte laag en men vond er in Japan, in Spanje, in Denemarken, in de USA,... wat de aanhangers van de catastrofe-theorie in hun mening sterkte. Bovendien vindt men in de bovenste lagen van het Krijt twee mineralen die slechts onder enorme warmte en sterke druk worden gevormd: een bijzondere vorm van kwarts (shocked quartz) en een zware vorm van silicium, het stishoviet. Deze twee vindt men ook terug op plaatsen waar meteorieten zijn ingeslagen.

Ondanks het feit dat deze theorie aantrekkelijk en geloofwaardig lijkt, is zij niet bewezen. Twee argumenten weerleggen haar:

- De meteoriet zou een krater moeten geslagen hebben met een diameter van 130 tot 170 km. Tot nu toe kon deze niet met zekerheid gelocaliseerd worden. Aan gang zijnde studies situeren hem in de Golf van Mexico.

- Een dergelijke catastrofe moet plotseling zijn gebeurd. Op zeer korte tijd moeten duizenden of miljoenen dieren gestorven zijn. Toch heeft men nergens op aarde massagraven gevonden daterend uit het einde van het Krijt. Dinosaurusskeletten zijn zeldzaam op het einde van het Krijt; zij worden gevonden ver onder de zwarte iridiumlaag, wat erop wijst dat zij reeds verdwenen waren toen de meteoriet insloeg.

De gradualistische theorie

De massa-extincties hebben enkele punten gemeen: zij slaan op hetzelfde ogenblik toe op het vasteland en in de zeeën; zoetwaterdieren blijven meestal buiten schot; kleine landdieren worden minder getroffen dan grote, planteneters worden harder getroffen dan de planten. Alle volgen eenzelfde model; zij verlopen traag en bestaan uit drie stadia:

- een periode met een gevarieerde fauna;
- overheersing van enkele soorten en vermindering van het aantal soorten;
- uitsterven van de betrokken groep(en).

De gradualistische theorie neemt aan dat de evolutie een langzaam proces is dat beïnvloed wordt door geologische, klimatologische en biologische feiten. In het Krijt hadden de geografische veranderingen direct effect op het klimaat, de fauna en de flora. De continenten nemen langzamerhand de plaats en vorm aan die we vandaag nog kennen. Over het algemeen heeft de isolering van de werelddelen ook de grote dinosauriërs in geografisch verschillende groepen ingedeeld. Slechts genera met kleinere dieren zijn zowel in Noord Amerika als in Mongolië teruggevonden. Het zeeniveau van zeeën en oceanen schommelde sterk. Op ogenblikken van lage zeespiegel migreerden amfibieën en sommige reptielen langs de Behring straat tussen Azië en Noord-Amerika; misschien hebben hun parasieten epidemieën veroorzaakt die voor de Dinosauriërs fataal bleken.

Zelfs al zijn de vooropgestelde oorzaken slechts veronderstellingen, dan wordt het idee van een langzame verdwijning toch ondersteund door de paleontologie. Uit paleobotanische studies weten wij dat er klimatologische veranderingen zijn opgetreden, gespreid over verschillende tienduizenden jaren. De paleontologie der dieren toont ons niet alleen de verplaatsingen en de vervangingen van de fauna's, maar ook het zeldzaam worden van de dinosauriërs. In de loop van de laatste tien miljoen jaar van het Krijt valt het aantal gekende families van dinosauriërs terug van 16 tot 9 en het aantal soorten op de wereld vermindert tot een twaalfstal. Ter vergelijking vond men in Utah, op slechts enkele km², 9 soorten behoren tot 7 families, uit het einde van de Jura periode (Dinosaur National Monument).

Het progressieve verdwijnen van bepaalde groepen,

met als gevolg het vrijkomen van de ecologische niches die zij bezetten, gaat gepaard met de opmars van andere groepen, wat duidelijk tot uiting komt in het begin van het Tertiair.

Conclusie...met een vraagteken

Enerzijds is er de zeer spectaculaire catastrofe-theorie, anderzijds de minder sensationele gradualistische theorie — zullen wij ooit weten wat er in werkelijkheid is gebeurd? Misschien heeft een plotselinge catastrofe wel een einde gemaakt aan een onverbidde lange en reeds lang voordien ingezette ondergang.

Zijn de dinosauriërs wel degelijk verdwenen op het einde van het Krijt? Amerikaanse onderzoekers beweren dat zij op zes verschillende plaatsen van de Hell Creek Formatie (Montana) resten hebben gevonden van dinosauriërs (tanden en afzonderlijke beenderen) daterend uit het begin van het Tertiair. Het kan hier echter gaan om fossielen die afkomstig zijn van oudere lagen.

Journalisten met gebrek aan kopij beweren geregeld dat er nog dinosauriërs leven in ontoegankelijke valleien van Afrika, Borneo of diep in het Amazonewoud. Men moet echter niet zo ver gaan om dinosauriërs te ontmoeten. Hun afstammelingen zijn te vinden in onze bossen en tuinen. Hun lichaam is bedekt met pluimen.

Al blijft het verdwijnen van de dinosauriërs nog een wetenschappelijk raadsel, en verdient het als zodanig om opgelost te worden, dan kan men zich afvragen of dit probleem, dat zoveel belangstelling opwekt, wel juist gesteld wordt.

In het Guinness Book of Records wordt vermeld dat het record van de langstlevende mens gehouden wordt door een Japanner die op 21 februari 1986 stierf na een leven van 120 jaar en 237 dagen.. Men kan zich afvragen welk feit hier het belangrijkste is:

- de nationaliteit van deze recordhouder?
- de datum van zijn overlijden?
- de doodsoorzaak?
- de redenen van zijn buitengewoon lange levensduur?

Aangezien alle mensen sterfelijk zijn is het duidelijk dat de laatste vraag de belangrijkste is. Aangezien de soorten onvermijdelijk voorbestemd zijn om vroeg of laat te verdwijnen, is het van belang te onderstrepen dat de dinosauriërs zich gedurende meer dan 165 miljoen jaar hebben ontwikkeld vooraleer uit te sterven, dat zij op alle continenten voorkwamen en dat hun verscheidenheid tot in het extreme ging zodat zij zich aan vele ecologische niches op het vasteland konden aanpassen. In de geschiedenis van de evolutie zijn het vooral de redenen van hun succes die tellen, en niet de redenen van hun ondergang.

Vertaling: Walter De Coninck

1. The first part of the document is a letter from the author to the editor, dated 10/10/1954. The letter discusses the author's interest in the subject of the journal and the author's hope that the editor will accept the author's manuscript for consideration.

Dinosauriërs: volksgeloof en wetenschappelijke feiten

door Georges LENGLET

Meer dan om het even welke andere diergroep oefenen de dinosauriërs een vreemde aantrekkingskracht uit op de mensen. Welk kind stond niet in bewondering voor deze reusachtige dieren, welke volwassene werd niet geïntrigeerd door het mysterie van het verdwijnen van deze titanen?

Mettertijd en dank zij nieuwe ontdekkingen werd de geestdrift nog groter. Steeds meer en meer tentoonstellingen worden aan hen gewijd, in de Verenigde Staten worden fanclubs opgericht, men stoft de skeletten af en men maakt al dan niet bewegende reconstructies op ware grootte.

Wat weten we echter van de dinosauriërs?

Voor de man in de straat lijkt dit een afgesloten hoofdstuk: de studie van deze dieren is uit de mode, want men vindt er geen meer. Het waren reptielen, want ze waren koudbloedig, en ze waren zeer groot, zwaarwichtig, traag en dom. Ze leefden in de prehistorie en op sommige plaatsen werden ze in grote aantallen teruggevonden.

Dit strookt absoluut niet met de waarheid.

De voorbije 20 jaar kende de studie van de dinosauriërs een ongekende opgang. Nieuwe vindplaatsen worden geëxploiteerd en verschillende nieuwe soorten worden elk jaar beschreven. Recente studies stellen vele dingen in vraag. Steeds meer en meer lijkt het waarschijnlijk dat de dinosauriërs homeotherm waren (= warmbloedig), met andere woorden dat zij in staat waren hun lichaam op een constante temperatuur te houden zoals dit het geval is bij de zoogdieren en de vogels. Het instandhouden van een inwendige constante temperatuur vereist veel energie en een goed functionerende stofwisseling. Dit gaat gepaard met een doorgedreven spieractiviteit waaruit kan besloten worden dat de dinosauriërs geenszins traag of onhandig waren; zij moeten zeer actief zijn geweest, al zal de graad van hun behendigheid wel afhankelijk zijn geweest van hun lichaamsomvang.

Indien ze inderdaad homeotherm waren, dan moet ofwel de definitie van de reptielen (want alle huidige reptielen zijn koudbloedig) ofwel hun rangschikking in de klasse der reptielen worden herzien. In 1974 stelden BAKKER en GALTON voor om de dinosauriërs te verhef-

fen tot een klasse, met andere woorden ze in een groep in te delen die gelijkwaardig is aan bijvoorbeeld de reptielen, de zoogdieren of de vogels. Zij baseerden zich hiervoor op factoren die de homeothermie bevestigen, zoals de microscopische structuur van de beenderen, de voortbewegingsdynamiek, de verhouding tussen het aantal roofdieren en prooien (vleeseters/planteneters) die in de afzettingen werden gevonden, en op de anatomische kenmerken zoals de sterkte van de beenderen en de spieraanhechtingspunten. Hun voorstel wint steeds meer aanhangers en het valt niet te betwijfelen dat binnen afzienbare tijd de dinosauriërs niet langer meer tot de reptielen zullen worden gerekend.

Sommige films, romans of stripverhalen stellen deze dieren voor als tijdgenoten van de prehistorische mens, wat pure verbeelding is. De dinosauriërs leefden in het Mesozoïcum; zij verschenen 230 miljoen jaar geleden en verdwenen 65 miljoen jaar geleden. De vroegste sporen van de *Australopithecus* (vroegste voorouder van de mens) dateren van 4 of 5 miljoen jaar geleden.

Op dit ogenblik zijn meer dan 750 soorten dinosauriërs gekend. Vele hiervan waren groot van gestalte, om niet te zeggen reusachtig (*Barosaurus* en *Diplodocus* bereikten een lengte van 27 m, *Ultrasaurus*, *Supersaurus* en *Seismosaurus* konden meer dan 30 m lang worden). Men mag echter niet vergeten dat sommige soorten niet veel groter dan een kip waren. Tenslotte negeert men dikwijls dat vele dinosauriërs slechts gekend zijn door skeletfragmenten of zelfs door één enkel been. Zo werd de meest beroemde dinosauriër, *Tyrannosaurus rex*, door OSBORN beschreven aan de hand van een fragmentarisch skelet dat in 1902 in Montana was gevonden. Dit skelet omvatte de kaakbeenderen, een gedeelte van de schedel, enkele wervels, het bekken en de achterpoten. In diezelfde periode werd een ander, zeer onvolledig skelet gevonden in Wyoming waaraan men de naam *Dinamosaurus* gaf. In 1906 bewees OSBORN dat *Dinamosaurus* in werkelijkheid een *Tyrannosaurus* was en de combinatie van de beenderen van deze twee geraamten stelde hem in staat een bijna volledig skelet samen te stellen. In 1908 legden onderzoekers van het American Museum of Natural History (New York) een meer volledig skelet bloot in Nevada. Tot grote vreugde van de onderzoekers

bevatte dit geraamte een intacte schedel, waarvan een afgietsel nu in vele musea kan bewonderd worden. Driekwart eeuw later vonden onderzoekers van het Museum of the Rockies (Montana) een volledig skelet. Momenteel wordt het ineengezet, een delicaat werk dat verschillende jaren zal duren.

Door de hierboven geschetste geschiedenis kan het grote publiek het belang en de rijkdom van de vindplaats van Bernissart inzien. Bernissart is de enige plaats die een zo groot aantal dinosaurusskeletten heeft opgele-

verd, behorend tot eenzelfde soort (meer dan 30 individuen), en bovendien bijna allemaal volledig en opmerkelijk goed bewaard.

Dank zij de iguanodons van Bernissart kan het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen zich erop beroemen het enige museum ter wereld te zijn waar een kudde dinosaurïers wordt tentoongesteld.

Vertaling: Walter De Coninck

De landplanten ten tijde van de dinosaurïers

door Francine MARTIN

De mesozoïsche landflora is erg verschillend van de paleozoïsche. Plantengroepen uit het Paleozoïcum (de jongste van deze groepen onstond in het Perm, laatste periode van het Paleozoïcum) kenden plots een spectaculaire ontwikkeling. "Echte" varens, zonder zaden, kenden een grote diversiteit en verschillende nieuwe gymnospermen (naaktzadigen) verschenen. Dit zijn vaatplanten waarvan de zaadbeginsels niet door een zakje omgeven, op min of meer vervormde bladvormige structuren liggen, die samen een vruchtbare tak vormen, de kegel. De coniferen (naaldbomen) vooral *Taxus*-soorten en dennen zijn vandaag in onze gebieden de meest verspreide naaktzadigen. Tot in het Krijt overheersten ze de plantengroei; de evolutieve radiatie van de bedektzadigen maakte hieraan een einde.

De bedektzadigen ontwikkelden bloemen. Hun zaadbeginsels zijn omgeven door een zakje; na de bevruchting zitten de zaden in een vrucht en zo zijn ze beter beschermd tot de omstandigheden gunstig zijn om hen te laten ontkiemen. De bedektzadigen verschijnen naar het einde van het Onder-Krijt, ongeveer 115 miljoen jaar geleden. Reeds in het Boven-Krijt overheersten ze de naaktzadigen. Hun radiatie gaat sedert die tijd door. Vandaag vormen de bedektzadigen de meest gevarieerde plantengroep met meer dan 250.000 gekende soorten. Bij de mesozoïsche planten zijn extincties verdeeld over het gehele Boven-Krijt. Er is dus geen spectaculaire verandering aan de Krijt-Tertiair grens.

Tijdens het Mesozoïcum hadden belangrijke veranderingen plaats in de landflora door het progressief verplaatsen van de werelddelen en door een meestal eerder warm klimaat, en dit vooral vanaf het Boven-Trias. Hoe kent men de veranderingen van de landflora? Men heeft fragmenten van hout, afdrukken van twijgjes en bladeren gevonden. Ook zaden, sporen en stuifmeelkorrels in de afzettingen verspreid, helpen om deze puzzel in elkaar te doen passen. Planten uit het Trias zijn over het algemeen slecht gekend. In Europa en in Noord-Amerika was het klimaat erg droog tot zelfs woestijnachtig en hierdoor trad er een verarming van de fauna op. Bovendien was de fossilisatie beperkt door de vorming van rode sedimenten met veel geoxydeerd ijzer die typisch zijn voor warme en droge klimaten. Deze

regel heeft een uitzondering: in afzettingen van het Boven-Trias in Arizona (VSA) werd een versteend woud gevonden. Ze bevatten indrukwekkende stammen van naaldbomen, oorspronkelijk 30 tot 60 m hoog, die tijdens de fossilisatie tot agaat omgevormd werden. In dezelfde afzettingen heeft men ook varens en Cycadopsida gevonden. Samen groeiden ze wellicht aan oevers van rivieren. Van de Cycadopsida zijn vandaag slechts de Cycadales overgebleven, waaronder *Cycas*-soorten van tropische en subtropische oorsprong. Deze naaktzadigen hebben een korte, dikke stam, die verbreed wordt door hun bladbasissen. Hun kroon lijkt op die van de palmen die wij vandaag kennen. Bladeren, omgevormd tot schutbladeren, vormen een soort grote kegel. Naast deze op palmen lijkende Cycadales, waren er talrijke Bennettitales. Ze waren bijzonder talrijk in het Boven-Trias in Europa en in Noord-Amerika. Ze verdwenen in het Boven-Krijt, niet lang na het ontstaan van de bedektzadigen. Ook deze groep leek erg op de Cycadales, maar één van de verschilpunten was het bijeenkomen van ruikers schutbladeren die kunnen vergeleken worden met grote bloemen.

Andere naaktzadigen, de Gingkoales, kwamen in het Trias tot op hoge breedtegraden voor zoals in Groenland of in Patagonië. Het levend fossiel *Gingko biloba*, heilige boom van de Chinezen, is de laatste afstamming van die groep. Hij omgeeft zijn zaadbeginsel met vervormde bladeren; de zaden zijn omgeven door een naar binnen verdikt tegument, dat ten onrechte met een vrucht vergeleken werd.

In het Jura, was het klimaat nog steeds warm maar ook vochtig; op het ogenblik van de maximale ontwikkeling van de Dinosauriërs, was er een zeer weelderige plantengroei. De fossilisatie gebeurde gemakkelijk door een snelle bedekking van de afgestorven organismen in afzettingen van kustvlakten of delta's zoals bv. in Engeland of in Groenland. Varens en naaktzadigen waren bijzonder talrijk. Naast de Cycadopsida (Cycadales en Bennettitales) en de Gingkoales (nog steeds in volle ontwikkeling), zijn de naaldbomen talrijk en gevarieerd. Onder andere *Araucaria*-soorten ("monkey puzzle tree") behoren tot één van de oudste families en komen talrijk voor in de twee werelddelen. Wolfsklauw-

achtigen, voorouders van de wolfsklauw en Equisetales, voorouders van de paardestaarten uit vochtige milieus, zijn veelvuldig aanwezig. De heuvelkanten waren wellicht met varens bedekt en misschien ook met Cycadopsida.

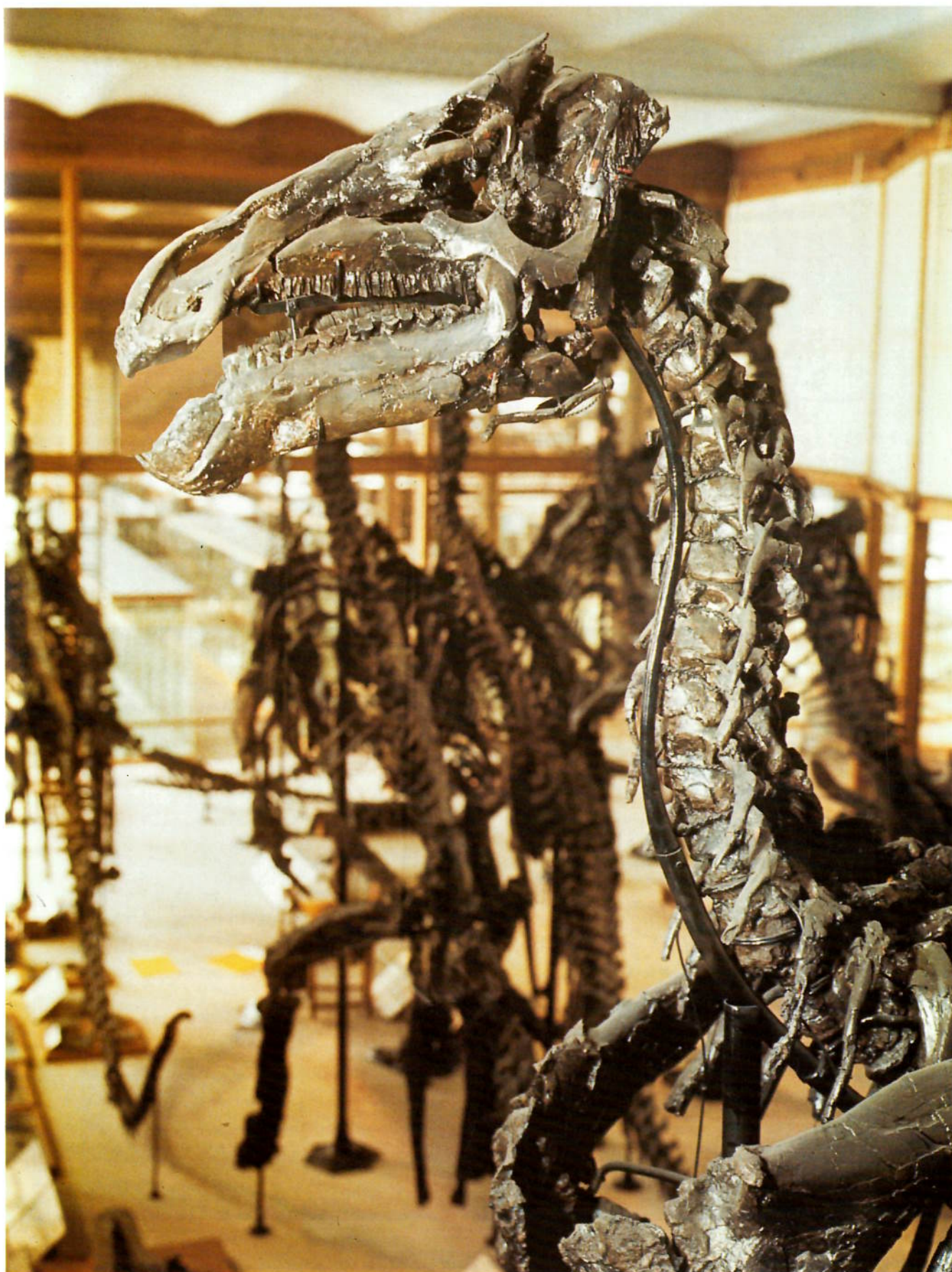
Ongeveer 135 miljoen jaar geleden in het Onder-Krijt leefden de Iguanodons van Bernissart in een warm en vochtig klimaat in alluviale modderachtige kustvlaktes, met hier en daar heuveltjes. De flora van de Klei van Bernissart is zeer onvolledig gekend en is moeilijk te reconstitueren. Ze bevat vooral varens van het genus *Weichselia* die verschillende meter hoog konden zijn, en soms zelfs als lianen voorgesteld worden. Ook van naaldbomen werden kegels en houtfragmenten gevonden.

Op het einde van het Onder-Krijt zijn de Bennettitales bijna uitgestorven; Cycadales, Gingkoales, Equisetales en wolfsklauwachtigen verdwijnen progressief. Varens en naaldbomen worden minder talrijk. Bij deze laatste zijn o.a. de Taxodiaceae, de voorouders van *Taxodium* en van *Sequoia*, de Cupressaceae, voorouders van de echte Cypres, en de Pinaceae, of dennen. Het verschijnen van de eerste echte angiospermen (bedektzadigen) ging

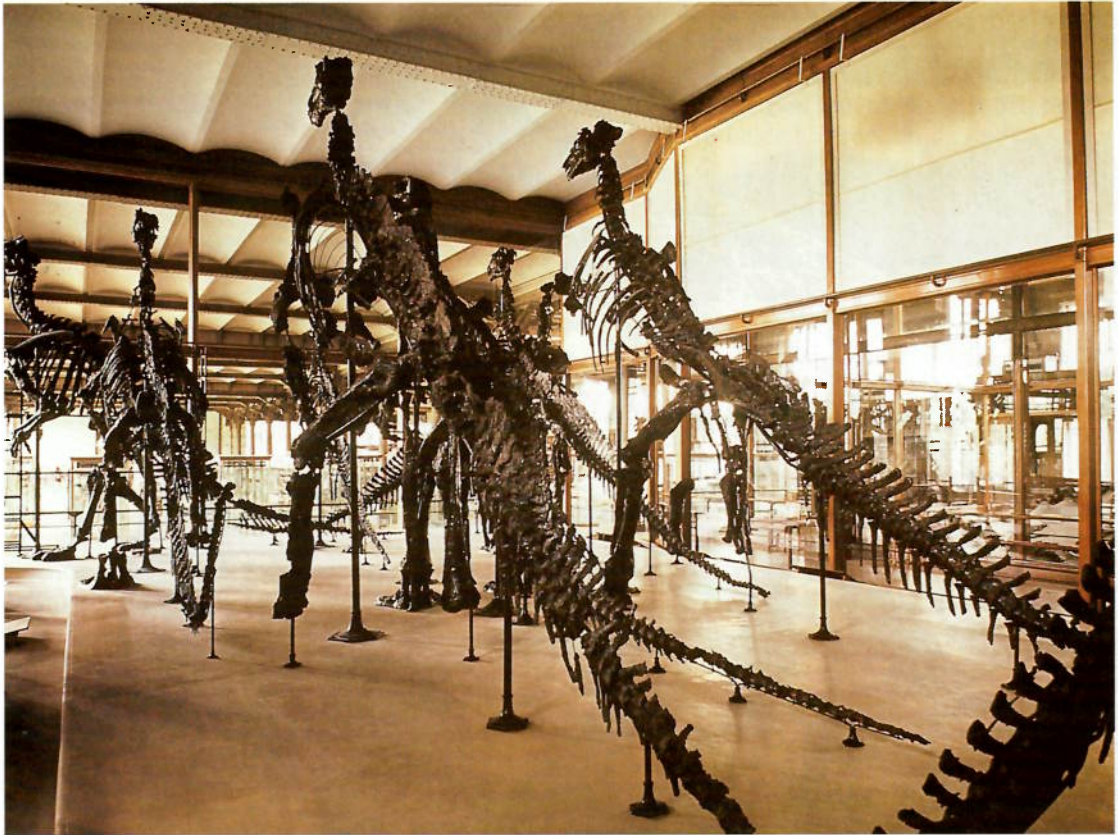
gepaard met veranderingen in de plantengroei die doorliepen tot het einde van het Krijt en zelfs nog in het begin van het Tertiair merkbaar zijn. Planten met gereduceerde bloemen (katjes) of andere die op *Magnolia's* lijken zijn in beide halfronden de oudste vertegenwoordigers van de bedektzadigen; de echte oorsprong van de groep is echter nog niet goed gekend.

In het Boven-Krijt kennen bedektzadigen een zeer snelle evolutie overal ter wereld en een zeker provincialisme in de verspreiding kan worden waargenomen: het klimaat van de aarde was niet meer homogeen warm. De bedektzadigen overheersen de landflora en vele genera die we vandaag nog kennen waren aanwezig, vooral van loofbomen. Zo bv. groeiden er in de wouden van Noord-Europa, waar een gematigd tot warm-gematigd klimaat heerste, eiken, notelaars, platanen, wilgen, maar ook vijgebomen en palmen. De veranderingen van de landvegetatie en dus van de voedselbronnen is verbonden aan de klimaatsveranderingen. Dit is wellicht één van de redenen waarom de dinosauriërs progressief begonnen te verdwijnen een 70 miljoen jaar geleden.

Vertaling: Annie V. Dhondt



Plaat 1: Schedel en halswervels van *Iguanodon bernissartensis* uit Bernissart, België, Onder-Krijt.



Plaat 2: Zicht van de twee glazen kooien waarin de iguanodons van het KBIN tentoongesteld zijn.
Bovenaan: Kooi met elf exemplaren opgesteld in hun waarschijnlijke levenshouding.
Onderaan: Kooi met een twintigtal volledige en onvolledige exemplaren, *in situ*.



Plaat 3: Vliegende dinosauriër en eerste vogel. Boven: *Rhamphorhynchus*, een vliegende pterosauriër, uit Solnhofen, Beieren, Duitsland, Boven-Jura. Rechts: *Archaeopteryx*, die beschouwd wordt als de eerste vogel, uit dezelfde ontsluiting.



Plaat 4: Reconstructies van Dinosauriërs door Dinamation.

Bovenaan, links: *Pachycephalosaurus*, dinosauriër, behorende tot de Ornithischia. Uit Noord-Amerika, Boven-Krijt.
Bovenaan, rechts: kop van *Parasaurolophus*, dinosauriër, behorende tot de Ornithischia. Uit Noord-Amerika, Boven-Krijt.

Onderaan: kop van *Tyrannosaurus rex*, dinosauriër, behorende tot de Saurischia. Uit Noord-Amerika, Boven-Krijt.





Plaat 5: Landschappen van het Mesozoïcum

Bovenaan: Landschap van het Onder-Krijt (110 miljoen jaar geleden) met kleine varens, kleine paardestaartachtigen, cycadopsiden (met erg verdikte stam en palm-bladeren) en grote naaldbomen in de achtergrond. Op de voorgrond *Tenontosaurus*, behorende tot de ondergroep Ornithopoda, Ornithischia; links ervan een *Microvenator*, kleine, eierstelde dinosauriër (ondergroep Theropoda, Saurischia). (geschilderd door E. KISH, Copyright National Museum of Natural Sciences, Canada).

Onderaan: Landschap van het Boven-Trias (225 miljoen jaar geleden) met grote varens en paardestaartachtigen; op de achtergrond bossen met naaktzadigen. Op de voorgrond, onder een boomstam van zo een naaktzadige bevindt zich een kleine dinosauriër (primitieve vorm van Ornithischia). (geschilderd door E. KISH, Copyright National Museum of Natural Sciences, Canada).





Plaat 6: Landschap van het Boven-Krijt (75 miljoen jaar geleden): moeraslandschap, met vooral bedektzadige planten. Links een bloeiende boom die op een *Magnolia* lijkt, en rechts loofbomen. Op de voorgrond eendebek-dinosauriërs (*Corythosaurus*); helemaal links, onder de bloeiende boom, een kleine vleesetende dinosauriër (*Troodon*); rechts, op de boomstronk ziet men struisvogel-dinosauriërs (*Struthiomimus*) en hoorn-dinosauriërs (*Chasmosaurus*).
(geschilderd door E. Kish, Copyright National Museum of Natural Sciences, Canada).

Atlas Copco perslucht blaast nieuw leven in de prehistorie

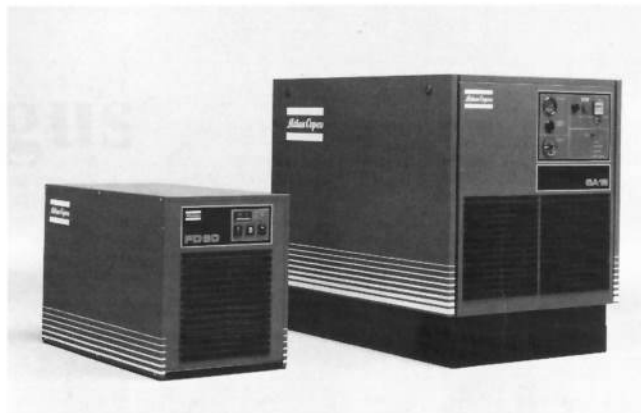
Om de dinosaurïers op de tentoonstelling "Dinosaurs & Co." te akioneren, werd een beroep gedaan op de kompressorspecialist Atlas Copco.

Daar waar perslucht gebruikt wordt, overal ter wereld, is de kans groot dat u kompressoren, gereedschappen of automatisatiecomponenten van Atlas Copco tegenkomt, omdat deze meer dan 120 jaar oude onderneming in de loop der jaren onbetwiste wereldleider is op het gebied van de persluchttechnologie.

Atlas Copco kompressoren worden ontwikkeld, getest en gebouwd in 's werelds grootste en modernste kompressorenfabriek: Atlas Copco Airpower in Wilrijk nabij Antwerpen, waar 2.000 personen tewerkgesteld zijn.

Achter elke kompressor die deze fabriek verlaat, staat méér dan 100 jaar ervaring op het gebied van persluchttechnologie en -toepassingen, de innovatiedrang van een eigen ontwikkelingsteam dat beschikt over alle denkbare onderzoek- en ontwikkelingsfaciliteiten, de kunde van een hecht team ingenieurs en produktiemensen en tenslotte de spitstechnologische produktiemethodes op de lijn zelf, gecontroleerd volgens de ISO 9001 kwaliteitsnorm.

De persluchtcentrale die maandenlang de adem van de dinosaurïers zal uitmaken, bestaat uit een stationaire GA 22 oliegeïnjecteerde schroefkompressor, die 59,2 l/s perslucht levert aan een werkdruk van 7,5 bar. Het hart van de Atlas Copco GA-modellen (GA 5 tot en met GA 160, bestaat uit een door en door beproefd, gepatenteerd kompressorelement met asymmetrische schroeven die aan relatief lage toerentallen draaien. Slijtage en



onderhoud worden tot een minimum herleid en de levensduur wordt er langer op. Het compacte en geluidgedempte ontwerp van de GA-serie laat toe deze modellen in virtueel elke werkomgeving te plaatsen, zonder trillings- of geluidshinder.

Om droge kwaliteitslucht te garanderen, die de levensduur van de automatisatiecomponenten ten goede komt, worden de GA-kompressoren gekoppeld aan een FD vriesdroger en een DD stoffilter. Zij garanderen de perfecte en feilloze werking van de automatisatiecomponenten.

Het reizende gedeelte van deze tentoonstelling, een iguanodon die op verschillende plaatsen in België zal opgesteld worden, krijgt leven ingeblazen door een Atlas Copco LXD supergeluidgedempte kompressor, die zichtbaar is voor het publiek. De LXD-kompressoren leveren naargelang de versie 3,08 of 4,10 l/s perslucht aan een werkdruk van 7 bar. De kompressor, keten en ingebouwde droger vinden plaats onder één enkele omkasting, die het geluidsniveau reduceert tot 54 dB(A).



Atlas Copco Belgium n.v.
Compressor Division
Brusselsesteenweg 346
3090 Overijse

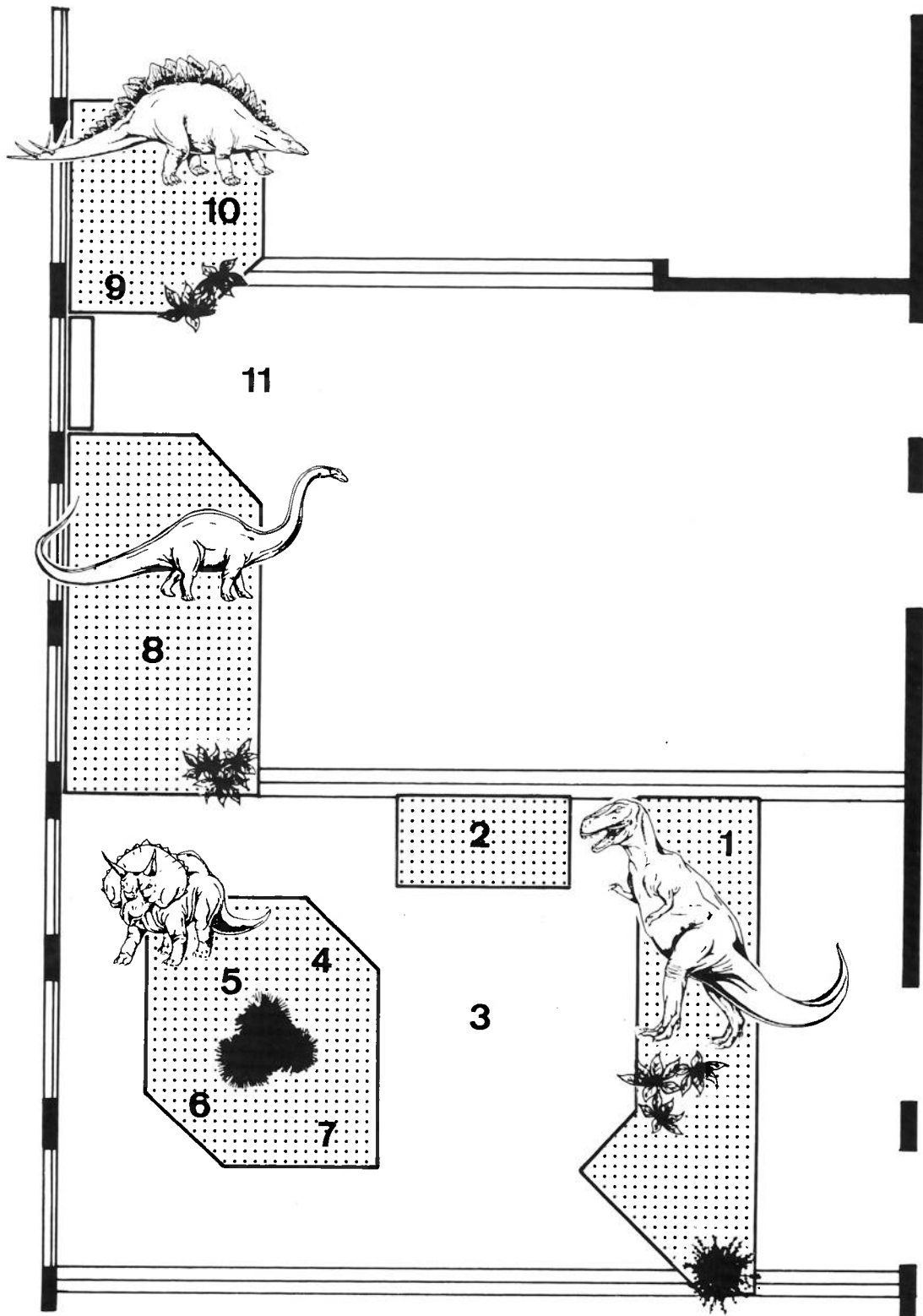
Tel.: 02/689.05.11 — Fax: 02/689.05.14



Catalogus

Educatieve Dienst

Zaal van de iguanodons



1. Tyrannosaurus (robots)
2. Iguanodon (origineel geraamte)
3. Deinonychus (robot)
4. Parasaurolophus (robot)
5. Triceratops (robots)
6. Pachycephalosaurus (robot)

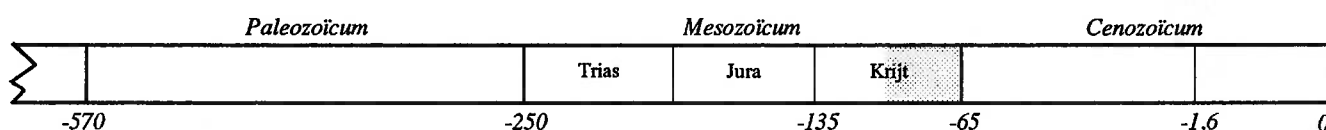
7. Corythosaurus (robot)
8. Apatosaurus (robots)
9. Allosaurus (robot)
10. Stegosaurus (robots)
11. Ultrasaurus (skelet van poot - afgietsel)

TYRANNOSAURUS (1)



Bewegende reconstructie:
Dinamation International Corp.

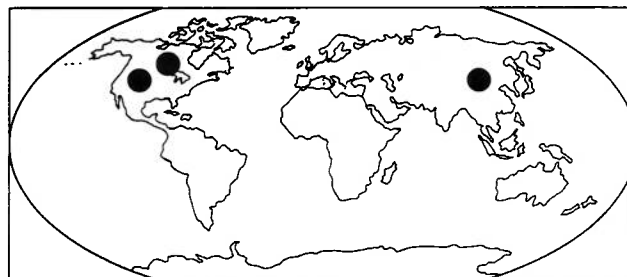
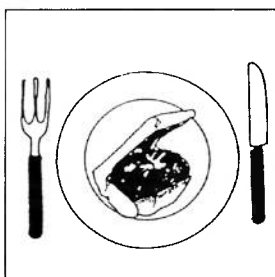
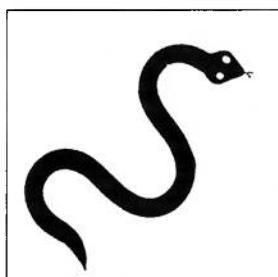
- Etymologie:** 'tiranhagedis'
Systematiek: Klasse Reptilia, Orde Saurischia, Onderorde Theropoda
Ouderdom: 80 to 65 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Krijt)
Verspreiding: Noord-Amerika en Azië (Gobi-woestijn)
Afmetingen: Hoogte: 5 m Massa: 2 tot 12 ton Lengte: 9 tot 15 m
Menu: vlees



Tyrannosaurus daagt slechts laat op in de geschiedenis van de dinosaurïers: amper 15 miljoen jaar voor het einde van het Mesozoïcum (dat 185 miljoen jaar duurde). Hij was een echt 'reuzen'reptiel; hij woog ongeveer evenveel als een grote Afrikaanse olifant. Veel fossiel materiaal werd gevonden in Noord-Amerika, maar ook in Azië.

De afschrikwekkende *Tyrannosaurus* heeft altijd tot de verbeelding gesproken. Nochtans was hij geen snelle jager: hij kon amper een snelheid van 40 km/uur bereiken (wat zeker niet slecht is voor een dier van zijn grootte).

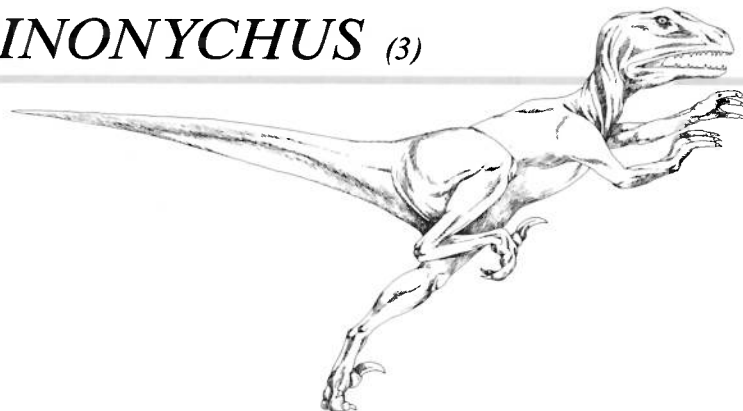
Men vraagt zich ook af of hij wel de 'tiran' was waarvoor hij doorgaat. Zijn prooien moest hij te lijf gaan met zijn kaken, de voorpoten waren immers te kort om te vechten. Men vermoedt dat de voorpoten enkel gebruikt werden bij het rechtkomen. En, alhoewel hij over verschrikkelijke tanden beschikte, is het helemaal niet uitgesloten dat hij ook krengen at. De dunne tanden van zeker 15 cm lang zouden wel eens kunnen breken bij het vechten. Maar *Tyrannosaurus* had wel een sterk versterkte schedel die als stormram kon gebruikt worden. Wellicht was dit zijn voornaamste wapen om grote prooien te overheersen. Keuze was er genoeg: er waren talrijke hadrosauriërs, sauropoden, ankylosauriërs en ceratopsiden, levende exemplaren of krengen.



IGUANODON (2)

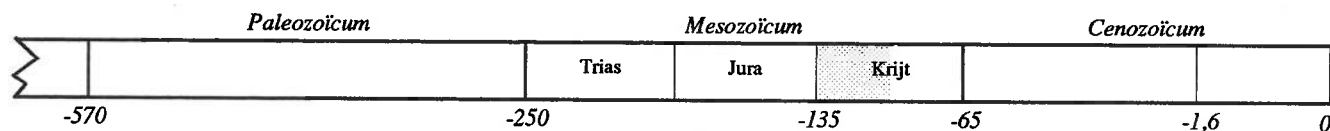
Origineel skelet. Zie pag. 89

DEINONYCHUS (3)



Bewegende reconstructie:
Dinamation International Corp.

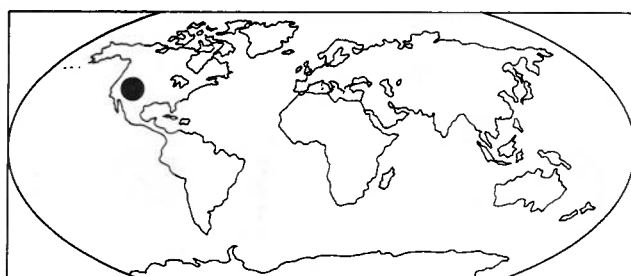
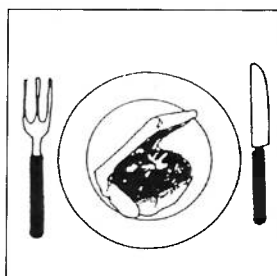
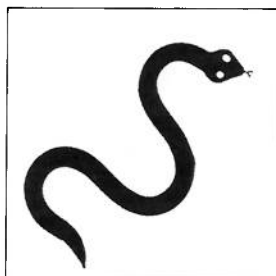
Etymologie:	'verschrikkelijke klauw'
Systematiek:	Klasse Reptilia, Orde Saurischia, Onderorde Theropoda
Ouderdom:	135 tot 95 miljoen jaar (Mesozoïcum: Onder-Krijt)
Verspreiding:	Westelijk deel van Noord-Amerika
Afmetingen:	Hoogte: 1,8 m Massa: 45 tot 80 kg Lengte: 3 m
Menu:	vlees



Deinonychus, die pas in 1964 werd ontdekt, was een vreselijke rover, zo groot als een mens. Hij blijkt verwant te zijn met twee andere kleine roofdinosauriërs uit het Boven-Krijt: *Dromaeosaurus*, eveneens gevonden in Westelijk Noord-Amerika, en *Velociraptor* uit Mongolië.

Hij werd genoemd naar de grote scherpe klauw van 13 cm lang, 'de verschrikkelijke klauw', die aan elke tweede teen zat. Om te voorkomen dat de klauw bot zou worden, werd die tijdens het rennen opgetrokken en raakte de grond niet. De achterpoten waren voorzien van krachtige spieren, zodat de klauwen konden gebruikt worden als een dolk om onfortuinlijke prooien open te rijten. *Deinonychus* klemde zijn prooien vast met zijn sterke voorpoten, waarvan de drie vingers ook voorzien waren van klauwen. Met de naar achter gebogen tanden, die een gezaagd snijvlak hadden, kon hij happen vlees uit de prooien rukken. Twee stellen kaakspieren lieten een efficiënt gebruik van de kaken toe, zowel met opengesperde als met bijna gesloten muil.

De snelle en agressieve *Deinonychus* was voldoende alert en behendig om andere kleine dinosauriërs te pakken te krijgen. Vermoedelijk jaagde hij in groep. Wellicht was geen enkel klein of middelgroot dier veilig als *Deinonychus* in de buurt was.

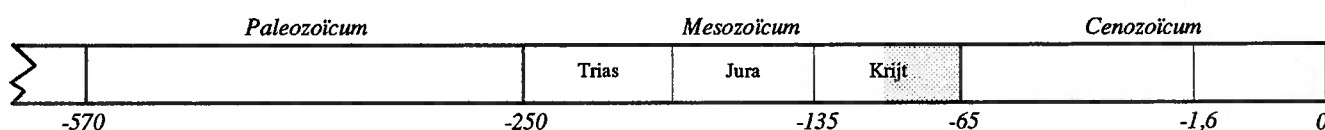


PARASAUROLOPHUS (4)



Bewegende reconstructie:
Dinamation International Corp.

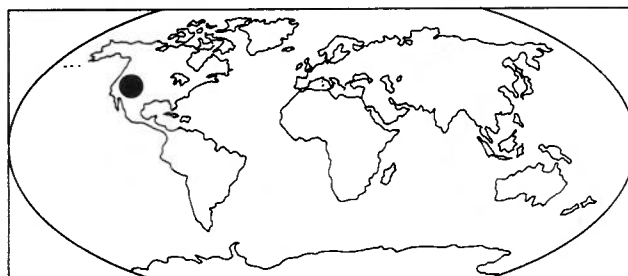
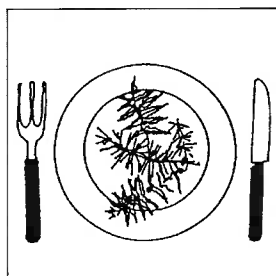
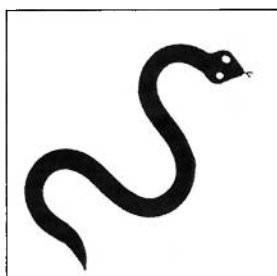
- Etymologie:** 'verwant met de kamhagedis'
Systematiek: Klasse Reptilia, Orde Ornithischia, Onderorde Ornithopoda
Ouderdom: 95 tot 65 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Krijt)
Verspreiding: Westelijk deel van Noord-Amerika
Afmetingen: Hoogte: 5 m Massa: 3 ton Lengte: 9 m
Menu: planten



De Hadrosauriërs of eendesnaveldinosauriërs, waartoe de *Parasaurolophus* behoort, waren tijdens het Boven-Krijt de dominante landherbivoren van het noordelijk halfrond. Ze beschikten over een uitgebreid en efficiënt gebit om taai plantenmateriaal te kauwen en te malen. Per kaak hadden ze meer dan honderd dicht aaneengesloten tanden die vervangen werden als ze afgesleten waren. De kop van veel hadrosauriërs was getooid met kammen van allerlei slag.

Parasaurolophus had op de kop een naar achter gerichte holle kam die wel 180 cm lang kon worden. Over de functie van die kam bestaan heel wat theorieën. Het was geen adembuis, want er was geen opening bovenaan; ook was het volume te klein om ademlucht te bevatten die onder water kon aangesproken worden; waarschijnlijk werd hij evenmin gebruikt om zich een weg te banen tijdens een achtervolging door rovers. Wellicht was het een resonantiekamer en waren deze dieren in staat een diep geluid te produceren als er onraad dreigde. Het kon ook een individueel herkenningsteken zijn om elkaar binnen de groep terug te vinden.

Zoals de andere hadrosauriërs had *Parasaurolophus* korte vingers en een opgerichte, dorso-ventraal afgeplatte staart. Op basis van deze kenmerken zou men veronderstellen dat dit dier in een waterig milieu thuis hoort, maar de gefossiliseerde maaginhouden van enkele zeldzame gemummificeerde specimens tonen aan dat ze zich hoofdzakelijk voedden met landplanten.

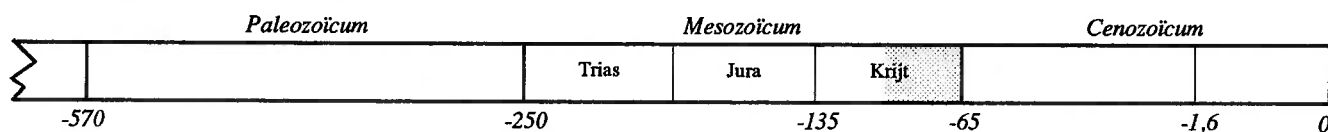


TRICERATOPS (5)



Bewegende reconstructie:
Dinamation International Corp.

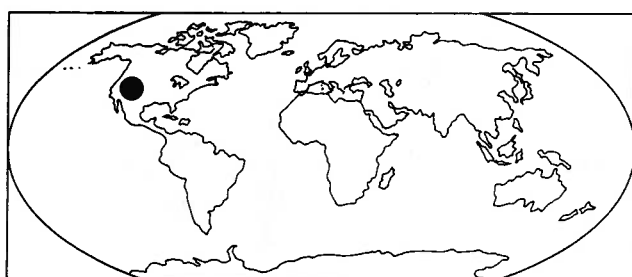
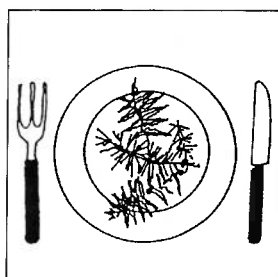
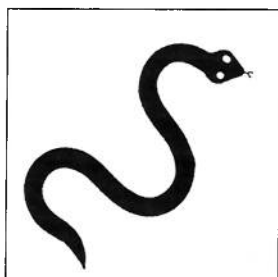
Etymologie:	'kop met drie horens'
Systematiek:	Klasse Reptilia, Orde Ornithischia, Onderorde Marginocephalia
Ouderdom:	70 tot 65 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Krijt)
Verspreiding:	Westelijk Noord-Amerika
Afmetingen:	Hoogte: 2,85 m Massa: 5 ton Lengte: 7,5 m
Menu:	planten



Deze dinosauriër behoort tot de Ceratopsia, reuzenreptielen die pas vrij laat in het Krijt verschenen en die het uithielden tot het einde van die periode. Ze behoren aldus tot de laatste dinosauriërs. De Ceratopsidae, de familie waartoe *Triceratops* behoort, was een grote en vormrijke groep met een enorme variatie aan indrukwekkende horens en benige schedelkragen. De familie wordt onderverdeeld in 2 groepen naargelang de grootte van de benige kraag. De dieren met een korte kraag zijn meestal voorzien van een grote horen op de neus terwijl de dieren met een grote halskraag een kleinere horen op de neus hebben maar beter ontwikkelde horens op de kop.

Triceratops zit daar ergens tussenin: hij combineert een korte kraag met grote horens op de kop en een kleinere horen op de snuit. Het is dus goed mogelijk dat deze eigenschappen niet in aanmerking komen als determinatiekenmerk voor deze familie. *Triceratops* is trouwens ook uniek door het feit dat zijn beenkraag geen 'vensters' vertoont maar een massief schild vormt.

Triceratops was stevig gebouwd. In dit opzicht is dit dier goed te vergelijken met de neushoorn; beide zijn trouwens ook planteneters. Zijn kracht, zijn horens en zijn schedelkraag kwamen goed van pas om aanvallen van zijn wreedaardige tijdgenoot, *Tyrannosaurus rex*, af te slaan.

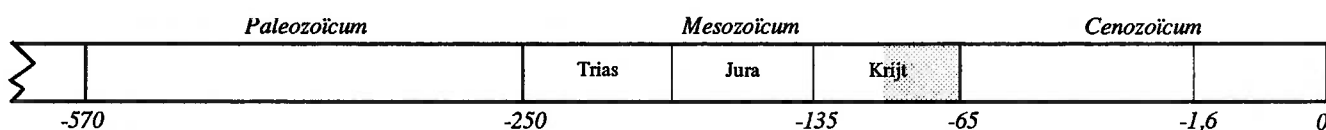


PACHYCEPHALOSAURUS (6)



Bewegende reconstructie:
Dinamation International Corp.

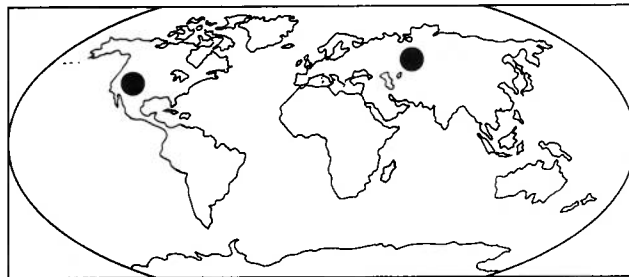
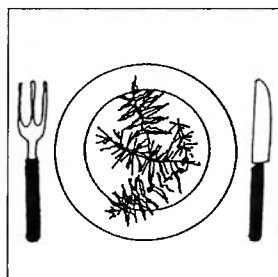
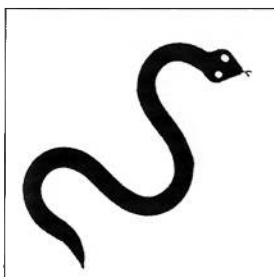
Etymologie:	'dikkophagedis'
Systematiek:	Klasse Reptilia, Orde Ornithischia, Onderorde Marginocephalia
Ouderdom:	95 tot 65 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Krijt)
Verspreiding:	Azië, Westelijk Noord-Amerika
Afmetingen:	Hoogte: 2,5 m Massa: 2 ton Lengte: 4,5 m
Menu:	planten



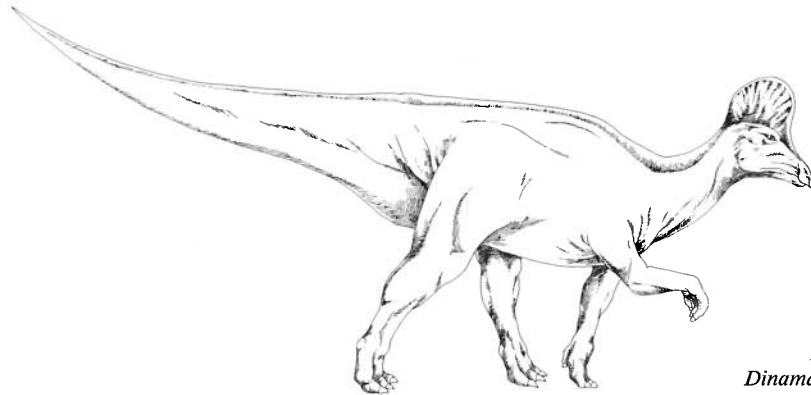
Pachycephalosaurus was een reuzenvorm binnen zijn familie. Hij kon 8 m lang worden en woog 2 ton. Men heeft in Montana wel veel schedels doch weinig ander materiaal teruggevonden. Door gebrek aan fossiel materiaal is de juiste situering van deze familie binnen de dinosauriërs niet goed gekend.

Door de unieke vorm van de schedel is de verwantschap met andere dinosauriërs niet duidelijk. Deze uitgesproken schedelverdikking doet denken aan bepaalde hoefdieren zoals schapen. Bij het dikhoornschap vangen de zware horens en de holle schedelbeenderen de slag op bij het stoten. Bij de *Pachycephalosaurus* werden de kopstoten echter volledig door de schedel zelf opgevangen. Studies hebben aangetoond dat de slag via de schedel wordt doorgegeven aan de zijanten van de kop om uiteindelijk langs het verstevigde heiligbeen en bekken naar de grond geleid te worden.

Deze dieren leefden vermoedelijk zoals schaapachtigen, grazend in kleine groepen. De kopstoten werden aangewend om een sociale hiërarchie onder rivalen duidelijk te maken zoals bekend bij dikhoornschapen. Waarschijnlijk werden op die wijze ook belagers op een afstand gehouden.

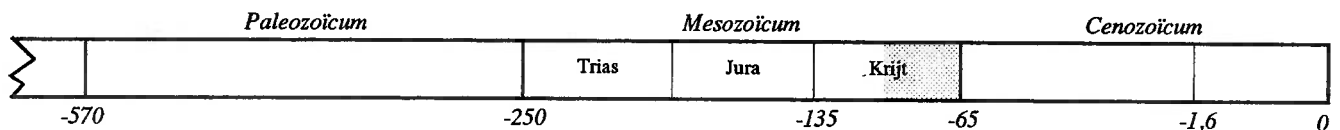


CORYTHOSAURUS (7)



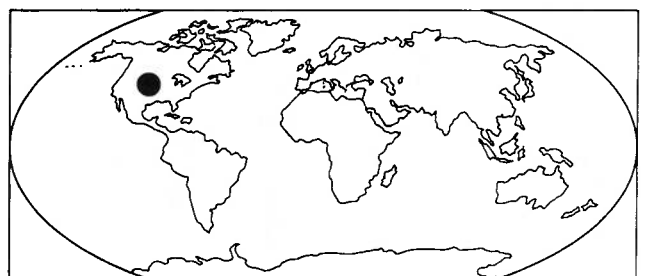
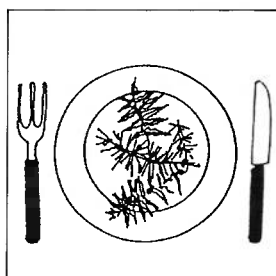
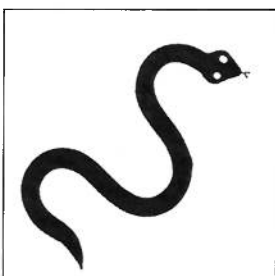
*Bewegende reconstructie:
Dinamation International Corp.*

Etymologie:	'hagedis met de Korinthische helm'
Systematiek:	Klasse Reptilia, Orde Ornithischia, Onderorde Ornithopoda
Ouderdom:	95 tot 65 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Krijt)
Verspreiding:	Noord-Amerika
Afmetingen:	Lengte: 10 m Massa: 4,5 ton
Menu:	planten



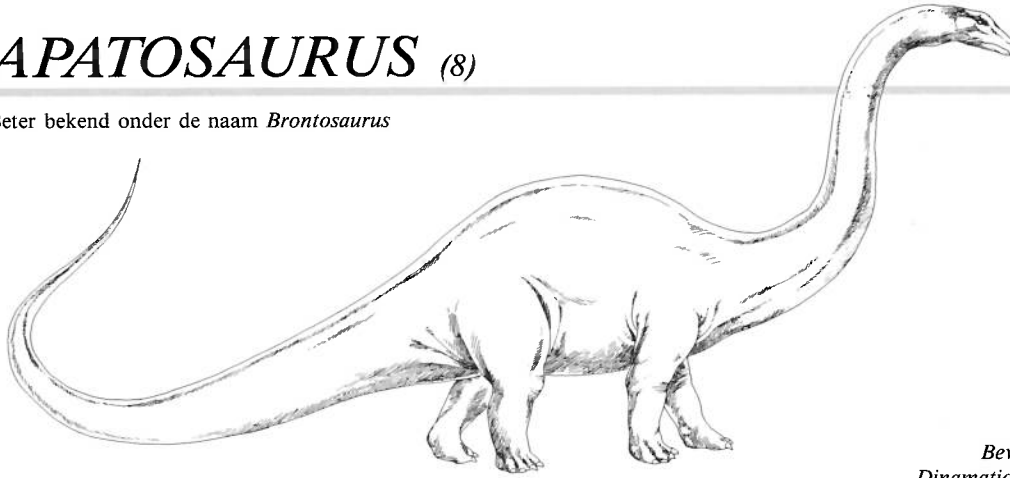
Dit is een van de best gekende dinosaurïërs, waarvan veel skeletten van jonge en volwassen dieren en zelfs huidafdrukken werden gevonden. Deze eendesnaveldinosauriër kwam algemeen voor in het Boven-Krijt van Westelijk Noord-Amerika. Hij leefde in groep in bossen en voedde zich met dennenaalden, zaden en vruchten.

De kop van dit reptiel was getooid met een halfcirkelvormige holle kam waarvan vorm en grootte geslachtsgebonden waren en verschilden naargelang de leeftijd van het dier. In feite werd de kam gevormd door sterk vergrote neusbeenderen. De lusvormige neusgangen vormden de holte, die bestond uit een gekronkeld buizenstel. Vroeger dacht men dat de kam diende als snorkel of als luchtreservoir om onder water te kunnen ademen. Onderzoekers zijn er nu van overtuigd dat dit reptiel kon communiceren binnen de kudde, waarbij de holle kam dienst deed als klankkast. Zoals bij alligators zouden de jonge dieren hogere tonen geproduceerd hebben dan de volwassen dieren. Anderen denken dat de holle kuif een koelsysteem was of het reukvermogen verbeterde.



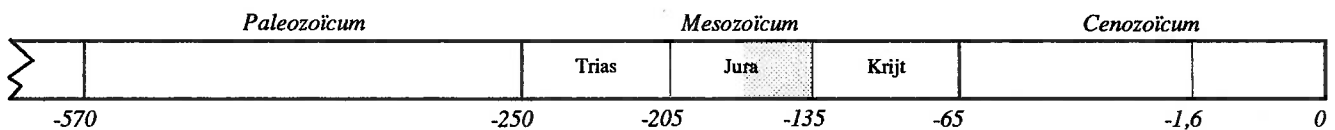
APATOSAURUS (8)

Beter bekend onder de naam *Brontosaurus*



Bewegende reconstructie:
Dinamation International Corp.

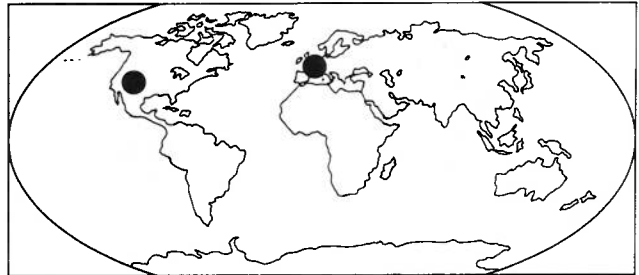
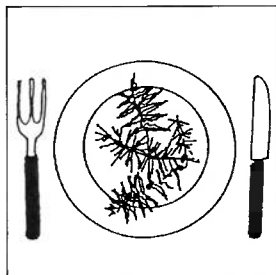
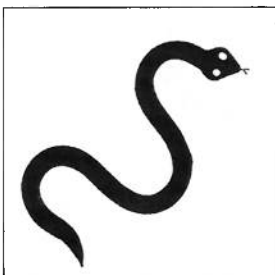
- Etymologie:** 'bedrieglijke hagedis' Brontosaurus = 'donderhagedis'
Systematiek: Klasse Reptilia, Orde Saurischia, Onderorde Sauropodomorpha
Ouderdom: 152 tot 135 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Jura)
Verspreiding: Europa, Westelijk deel van Noord-Amerika
Afmetingen: Hoogte: 4,5 m Massa: 30 ton Lengte: 20 tot 25 m
Menu: planten



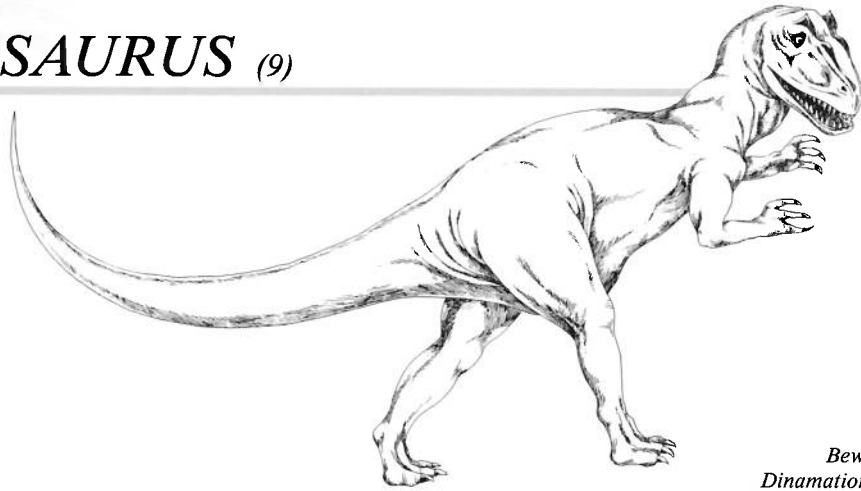
Apatosaurus die ook *Brontosaurus* werd genaamd, dankt zijn naam 'bedrieglijke hagedis' aan het feit dat de fossiele vondsten dikwijls verward werden met andere Sauropoden. Het was een van de grootste Sauropoda. Deze plantenetende viervoeter had poten die leken op die van een olifant, een kop zoals een paard en hersenen... van een vuist groot. Hij leefde op het einde van de Jura.

Vroeger dacht men dat de *Apatosaurus* een waterdier was. Wetenschappers meenden dat het dier te zwaar was om op het land te leven, maar recent onderzoek heeft aangetoond dat zijn ledematen wel degelijk de plumpe massa konden dragen. Vermoedelijk leefde het dier in open vlakten en bossen en voedde zich met takken van dennen, sparren en sequoia's. Zijn kleine plugvormige tanden waren niet in staat om het nodige voedsel te malen, vandaar dat men vermoedt dat het dier grote stenen inslikte en in de maag stockeerde (gastrolieten) om het plantenmateriaal te pletten. Gefossiliseerde pootafdrukken maken duidelijk dat *Apatosaurus*, die voortdurend op zoek was naar voedsel, in groep leefde om op die wijze beschermd te zijn tegen vleesetende dinosauriërs.

Uit studies van spierafdrukken en ruggewervels leidt men af dat deze grote, logge dieren in staat waren om op hun achterpoten te staan, wellicht om zich te voeden of om belagers af te schrikken.



ALLOSAURUS (9)



Bewegende reconstructie:
Dinamation International Corp.

Etymologie: 'andere hagedis'

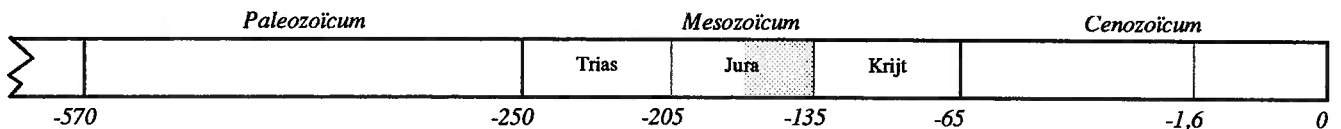
Systematiek: Klasse Reptilia, Orde Saurischia, Suborde Theropoda

Ouderdom: 152 tot 135 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Jura)

Verspreiding: Noord-Amerika, Europa (Groot-Brittannië, Frankrijk), Noord-Afrika, Azië (Mongolië, Indië)

Afmetingen: Hoogte: 2,5 tot 4,5 m Massa: 1 tot 4 ton Lengte: 7 tot 9 m

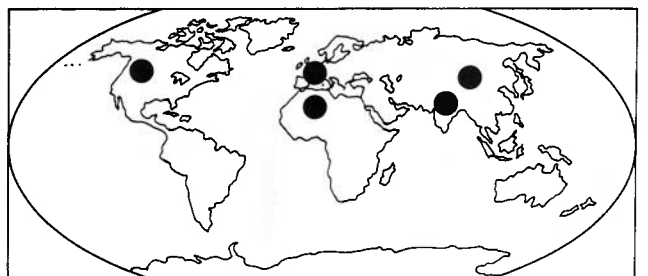
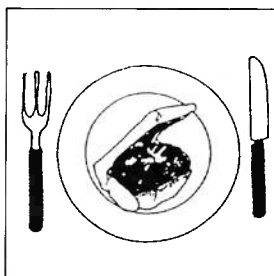
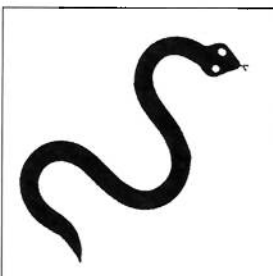
Menu: vlees



Allosaurus was één van de meest geduchte roofdieren van de Boven-Jura. De grootste exemplaren waren even groot als de befaamde *Tyrannosaurus*, maar ze waren lichter gebouwd. Van de Noordamerikaanse soort, *Allosaurus fragilis*, werd veel materiaal gevonden: meestal onvolledige, soms bijna complete skeletten, naast duizende geïsoleerde beenderen. Men kent alle groeistadia, van jong tot volwassen dier. Andere, minder bekende soorten, werden gevonden in Europa en Afrika.

De onderkaak van *Allosaurus* scharnierde soepel, waardoor de muil ver kon opengesperd worden om grote brokken vlees door te slikken. Een spartelende prooi kon met de krachtige voorpoten, waarvan de drie vingers voorzien waren van klauwen, vastgeklemd worden terwijl ze verscheurd werd met de scherpe zaagtanden. Boven op de kop waren er twee beenknobbels en een smalle beenrug die tussen de ogen door naar de punt van de snuit liep. De functie van die richel is nog niet gekend: was het een zout- of reukklieër, of gewoon een visueel herkenningmiddel?

Allosaurus was trager dan zijn kleinere behendige verwanten, zoals *Deinonychus*. Vermoedelijk ving hij zijn prooien na een korte achtervolging. Wellicht behoorden stegosauriërs, camptosauriërs en jonge of zwakke sauropoden tot zijn buit. In groep moet de *Allosaurus* ook in staat geweest zijn echte kanjers, zoals *Apatosaurus*, *Diplodocus* of *Ultrasaurus* te overmeesteren. De aanwezigheid van de roofzuchtige *Allosaurus* noodzaakte deze reuzenreptielen in groep rond te trekken.

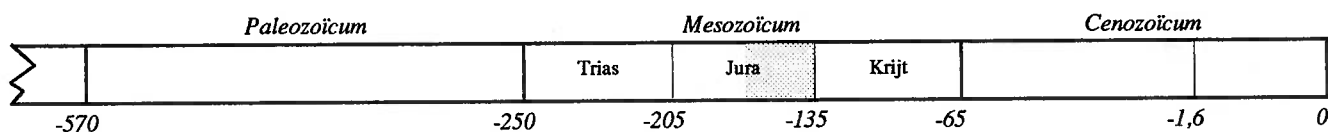


STEGOSAURUS (10)



Bewegende reconstructie:
Dinamation International Corp.

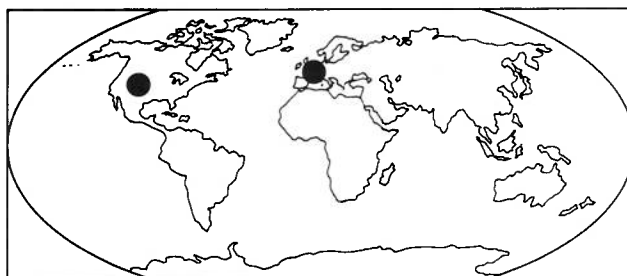
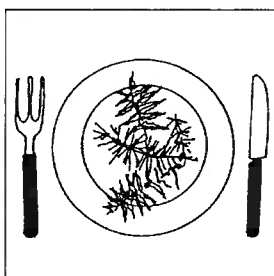
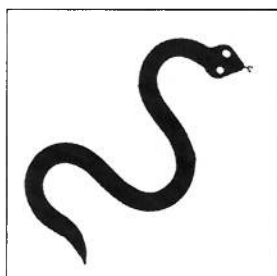
Etymologie:	'overdekte hagedis'
Systematiek:	Klasse Reptilia, Orde Ornithischia, Onderorde Thyreophora
Ouderdom:	152 tot 135 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Jura)
Verspreiding:	Europa, Noord-Amerika
Afmetingen:	Hoogte: 3,3 m Massa: 2 ton Lengte: 7,5 m
Menu:	planten



Alhoewel veel skeletten werden gevonden is er toch nog discussie over het exacte voorkomen en de levenswijze van *Stegosaurus*. De voorpoten, die veel korter waren dan de achterpoten, ondersteunden het tamelijk logge lichaam. Met trage bewegingen zwierf dit reuzenreptiel rond tussen de laaggroeiende vegetatie, op zoek naar voedsel. Hun kleine, gezaagde tanden waren niet aangepast om plantenmateriaal te pletten zodat deze dieren waarschijnlijk hun voedsel bewerkten met behulp van gastrolieten (ingeslikte stenen, die in de maag werden gestockeerd) of, zoals de huidige herkauwers, door tussenkomst van een bacteriële flora.

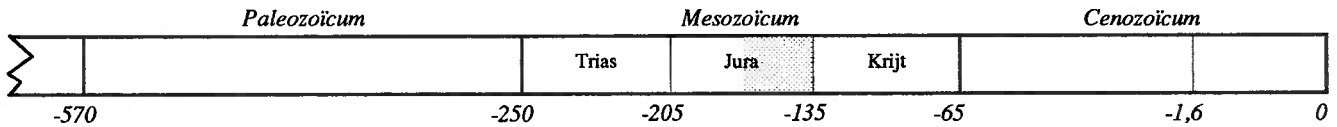
Stegosaurus had opvallend kleine hersenen maar was ter hoogte van de schouders en van het bekken voorzien van een grote ruggemergszenuwknop. Die zenuwknopen deden ongetwijfeld dienst als relais: zenuwimpulsen werden er gesorteerd, verwerkt en doorgegeven. Alleen al de zenuwknop aan het bekken was 20 maal groter dan de hersenen.

Niettegenstaande de 8 dreigende uitsteeksels op de staart, was *Stegosaurus* een gemakkelijke prooi voor zijn rovers. De kleine hersenen en de lompe bewegingen maakten hem tot een traag en onbehendig dier. De rugplaten waren wellicht geen verdedigingssysteem maar stonden vermoedelijk in voor de warmteregulatie. Deze benige platen, die in de huid zaten, waren niet scherp en vertoonden inwendig veel holten en kanalen. Deze enorme oppervlaktevergroting kon gebruikt worden voor de warmtegeleiding van en naar het lichaam. Over de rangschikking en de bewegingsmogelijkheden van die rugplaten is het laatste woord echter nog niet gezegd.



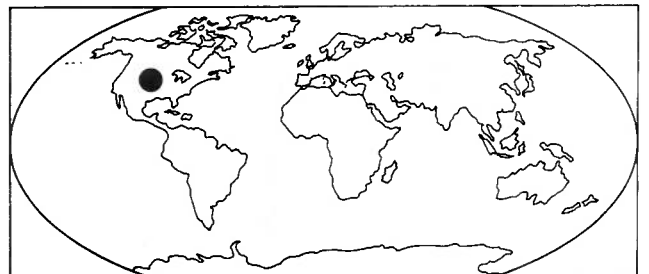
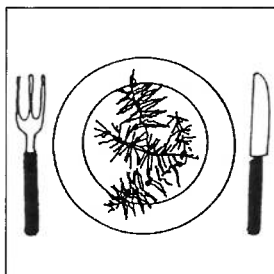
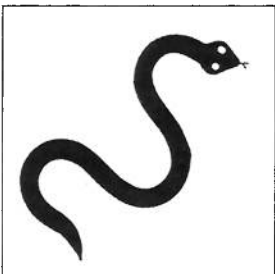
ULTRASAURUS (II)

Etymologie:	'extreme hagedis'
Ouderdom:	152 tot 135 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Jura)
Verspreiding:	Noord-Amerika
Systematiek:	Klasse Reptilia, Orde Saurischia, Suborde Sauropodomorpha
Afmetingen:	Hoogte: ca. 15 m Massa: meer dan 80 ton Lengte: ca. 30 m
Menu:	planten

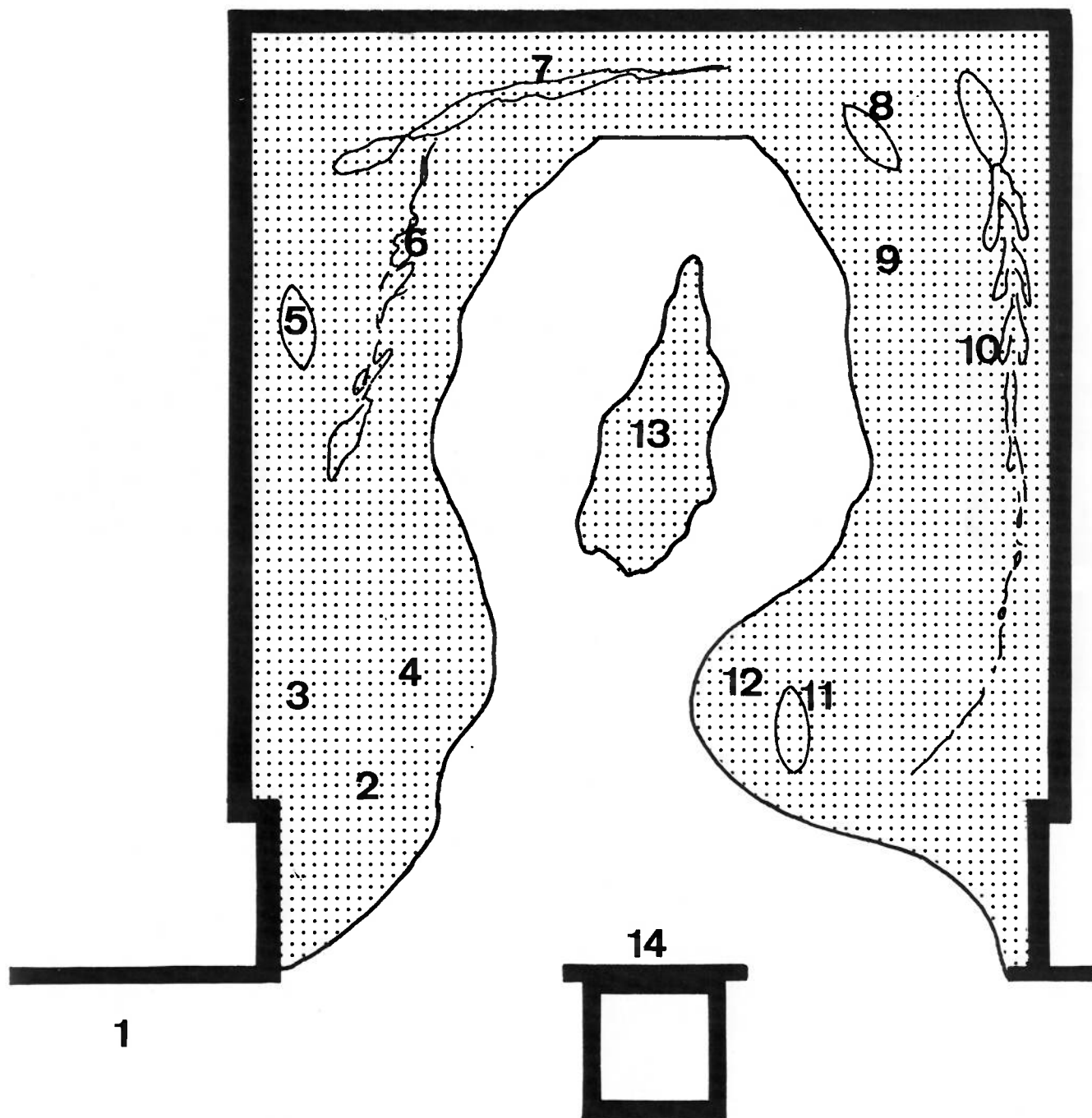


Van *Ultrasaurus* zijn alleen enkele beenderen uit de "Dry Mesa Quarry" bekend. In deze groeve in zuidelijk Colorado werden ook de overblijfselen van een andere reus, *Supersaurus*, gevonden. Hoewel groter, lijken de beenderen van beide dieren op die van *Brachiosaurus*, de grootste dinosauriër waarvan een volledig skelet gevonden werd (27 m lang, bijna 80 ton). *Ultrasaurus* was dus wellicht de grootste dinosaurus. Zoals bij een giraf waren de voorpoten langer dan de achterpoten; ze droegen ook het zwaarste deel van het dier. De schouderhoogte bedroeg 7,5 m, de totale lengte ca. 30 m! Vermoedelijk at *Ultrasaurus* zoveel dat hij steeds op andere plaatsen voedsel moest zoeken: gebladerte, dennenaalden, reuzenvarens en andere planten.

Ongetwijfeld had hij het meest te vrezen van *Allosaurus*, een twee ton zware vleeseter. Die ging in groep eenzame, jonge of zieke ultrasauriërs te lijf. Maar dit zijn slechts bespiegelingen: we moeten wachten op nieuwe ontdekkingen om meer over die raadselachtige dinosauriërs te weten.



Zaal van de maashagedissen



1. Tylosaurus (robot)
2. Plesiosaurus (skelet-afgietsel)
3. Plesiosaurus (model)
4. Stenopterygius (origineel skelet)
5. Zeeschildpad (origineel skelet)
6. Mosasaurus (origineel skelet)
7. Mosasaurus (model)

8. Zeeschildpad (origineel skelet)
9. Mosasaurus (originele schedel)
10. Hainosaurus (origineel skelet)
11. Zeeschildpad (origineel skelet)
12. Zeeschildpad (origineel skelet)
13. Mosasauriërs (originele schedels)
14. Zeelies (originele fossielen)

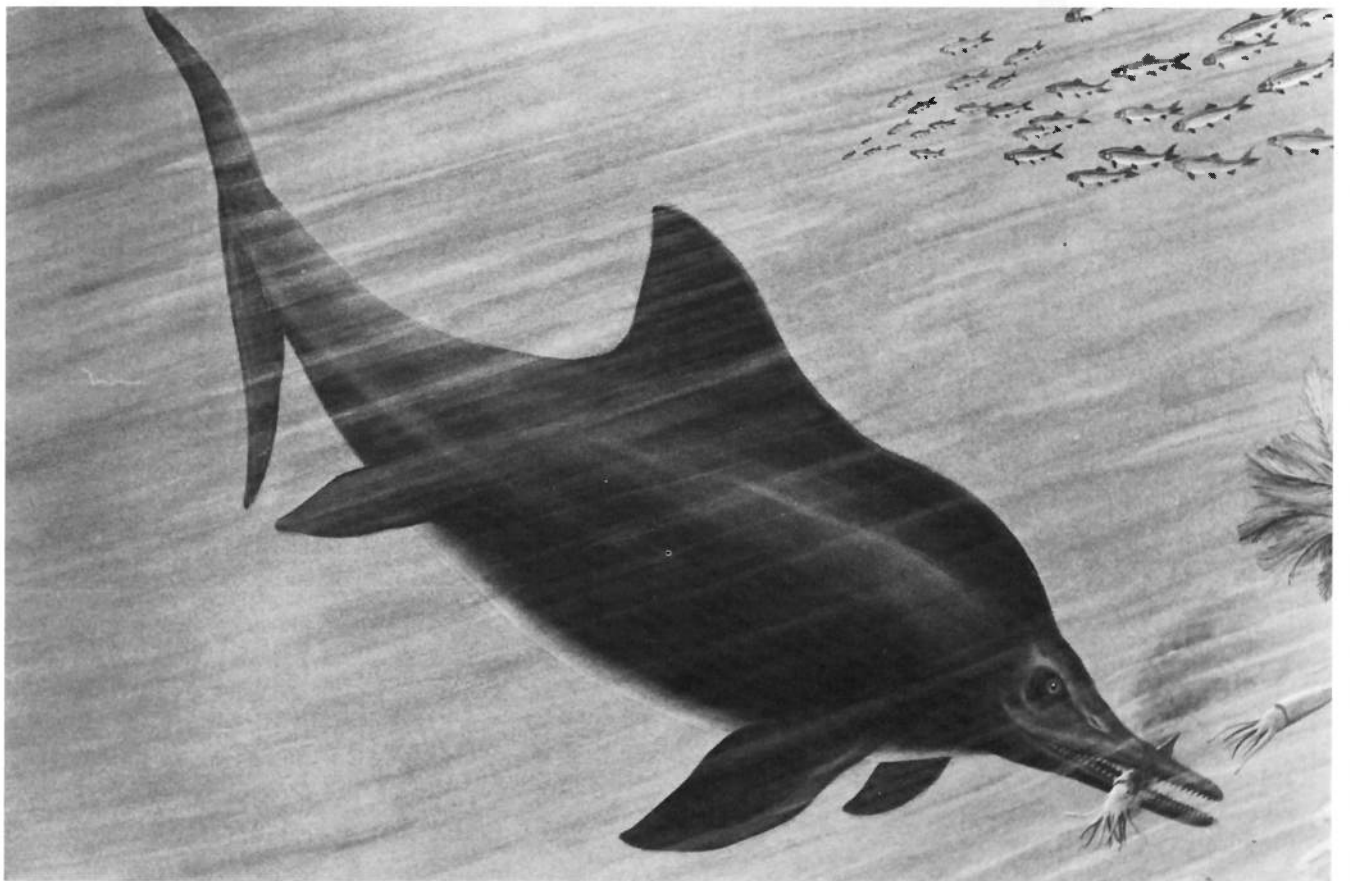
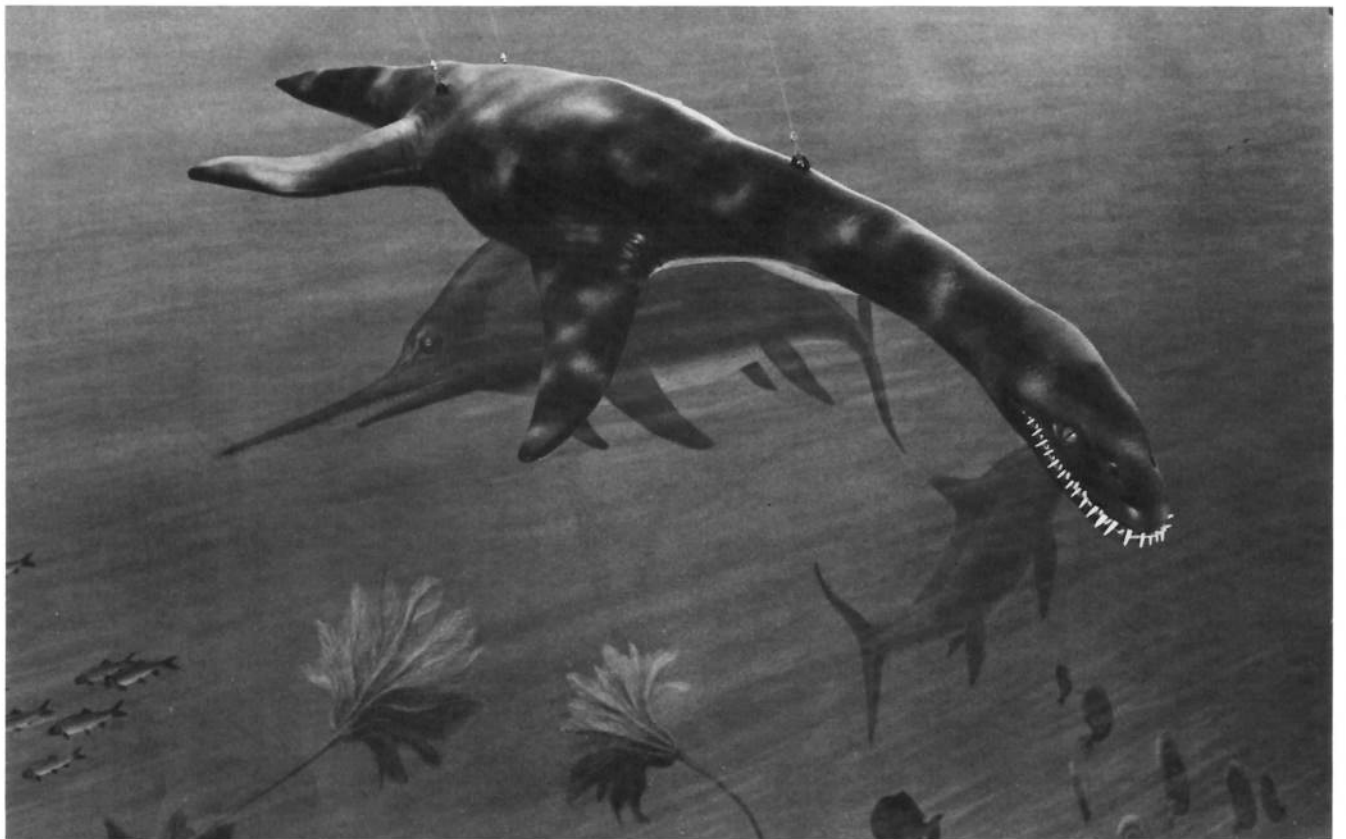


Fig. 1. Maashagedissenzaal in het KBIN: reconstructie van een plesiosauriër (D. Carez).

Fig. 2. Maashagedissenzaal in het KBIN: ichtyosauriër: detail van de muurschildering van J.M. Hamblenne.

Plesiosauriërs

PLESIOSAURUS HAWKINSI (2-3)

Etymologie:	'zwemmende hagedis van Hawkins'
Ouderdom:	205 tot 135 miljoen jaar (Mesozoïcum: Jura)
Vindplaats:	Lyme Regis (Groot-Brittannië)
Systematiek:	Klasse Reptilia
Lengte:	75 cm
Menu:	vlees

Plesiosauriërs zijn zeereptielen die vooral bekend zijn om hun lange nek. Hiermee konden ze makkelijk vissen vangen. Hun poten vormden grote vinnen.

Vishagedissen (Ichtyosauriërs)

Vishagedissen leefden tijdens het grootste deel van het Mesozoïcum (tijdperk van 250 tot 65 miljoen jaar geleden). Ongetwijfeld zwommen ze steeds onder het wateroppervlak en doken alleen om voedsel te vinden. De vrouwtjes, die niet aan land konden komen om te leggen, brachten hun jongen op zee levend ter wereld. Van alle zeereptielen uit het Mesozoïcum waren de ichtyosauriërs het meest aangepast aan het voor reptielen eigenlijk ongeschikt milieu. Hoewel ze op haaien, zwaardvissen of dolfijnen leken, waren ze helemaal niet met deze dieren verwant. Hun gelijkaardig silhouet was enkel het gevolg van een aanpassing aan een zelfde milieu. Het is een mooi voorbeeld van convergerende adaptatie.

STENOPTERYGIUS (4)

Etymologie:	'smalle vleugel'
Ouderdom:	ca. 185 miljoen jaar (Mesozoïcum: Onder-Jura)
Vindplaatsen:	Holzmaden (Duitsland) - Esch (Groothertogdom Luxemburg)
Systematiek:	Klasse Reptilia
Lengte:	2,25 m
Menu:	vlees

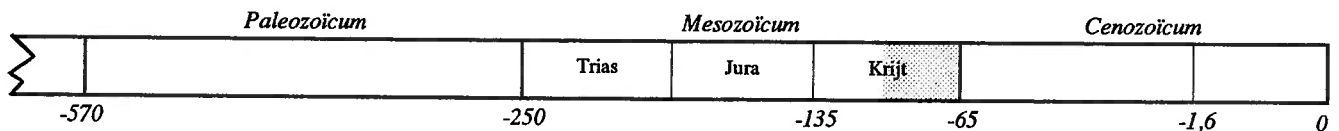
Maashagedissen (Mosasauriërs)

TYLOSAURUS (1)



Bewegende reconstructie:
Dinamation International Corp.

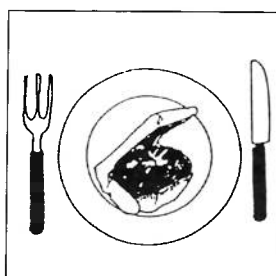
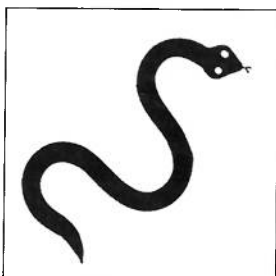
Etymologie:	'knobbelhagedis'
Ouderdom:	95 tot 65 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Krijt)
Verspreiding:	Noord-Amerika en Nieuw-Zeeland
Systematiek:	Klasse Reptilia
Afmetingen:	Lengte: 12 tot 15 m Massa: 5 tot 6 ton
Menu:	vlees



Anatomisch is dit grote zeereptiel meer verwant met de huidige hagedissen dan met dinosauriërs of krokodillen. Zijn grote vlijmscherpe kegelvormige tanden kwamen uitstekend van pas om vissen, schaal- en schelpdieren te vangen. De volwassen dieren aten daarbij ongetwijfeld nog schildpadden, plesiosauriërs en ichtyosauriërs. Het roversbestaan liep blijkbaar niet steeds van een leien dak, zoals we zien aan de sporen die kneuzingen aan kaken en ribben hebben nagelaten.

Tylosaurus zwom door zijn hele lichaam zijdelings te laten golven. Tussen zijn vingers was een huid gespannen, waardoor zijn poten echte roeispanen vormden waarmee hij zich kon richten en remmen. Net zoals bij de walvissen stonden zijn neusgaten bovenop de kop, zodat hij kon ademhalen zonder helemaal boven te komen.

Net als de dinosauriërs zijn de tylosauriërs op het eind van het Krijt uitgestorven.



Maashagedissen in België

Hoewel elders in Europa, in Amerika en in Afrika ook maashagedissen of mosasauriërs gevonden werden, bevinden zich heel belangrijke vindplaatsen in ons land. In de streek van Bergen en in de omgeving van Wezet werden heel grote exemplaren van deze zeeroofreptielen gevonden. Zij vertoonden verwantschap met de huidige varanen.

Ze worden maashagedissen genoemd omdat ze voor het eerst in de Sint-Pietersberg tussen Wezet en Maastricht, waar nu de Maas vloeit, gevonden werden.

De onderkaak van de maashagedissen was ongewoon; ze kon middenin doorbuigen, zodat het voorste deel - waar de tanden zaten - evenwijdig met de bovenkaak kon bewegen.

HAINOSAURUS BERNARDI (10)

Etymologie:	'Hene-hagedis (uit Henegouwen) van Bernard'
Ouderdom:	67 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Krijt)
Vindplaats:	Ciply (België)
Systematiek:	Klasse Reptilia
Lengte:	12 m
Menu:	vlees

Deze in 1885 gevonden *Hainosaurus* is de grootste ooit ontdekt. Zijn enorme muil, met vooruitstekende bovenkaak, ging, zoals bij de haaien, onderaan het lichaam open.

Het skelet is niet volledig. Toch kunnen we uit de relatieve grootte van de gevonden wervels de eigenlijke lengte van het dier afleiden.

MOSASAURUS HOFFMANNI (9)

Etymologie:	'maashagedis van Hoffmann'
Ouderdom:	67 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Krijt)
Vindplaats:	Zichen-Zussen-Bolder (België)
Systematiek:	Klasse Reptilia
Menu:	vlees

De maashagedis van Hoffmann was de eerste soort mosasaurus die in 1770 in de Sint-Pietersberg gevonden werd. Ongetwijfeld is dit het best bewaarde exemplaar. Zoals alle mosasauriërs - en veel andere reptielen - stonden er niet alleen tanden op de kaken, maar ook op het gehemelte en die konden allemaal vervangen worden. We zien hier inderdaad kleine vervangingstandjes in de bovenkaak.

MOSASAURUS CONODON (6-7)

Etymologie:	'kegeltandmaashagedis'
Ouderdom:	67 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Krijt)
Vindplaats:	Ciply (België)
Systematiek:	Klasse Reptilia
Lengte:	7,6 m
Menu:	vlees

CARINODENS FRAASI (13)

Ouderdom:	67 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Krijt)
Vindplaats:	omgeving van Maastricht (Nederland)
Systematiek:	Klasse Reptilia
Menu:	vlees (weekdieren, schaaldiertjes)

Zeeschildpadden

De hier tentoongestelde fossielen zijn nauw verwant met de huidige zeeschildpadden. Zo was hun schild waarschijnlijk ook bedekt met schubben, maar die zijn vanzelfsprekend bij de fossilisatie verloren gegaan. Net als bij de recente soorten zitten wervels en ribben vast aan het schild.

PLATYCHELONE EMARGINATA (5)

Etymologie:	'ongerande platte schildpad'
Ouderdom:	67 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Krijt)
Vindplaats:	Zichen-Zussen-Bolder (België)
Systematiek:	Klasse Reptilia
Lengte:	1,8 m
Menu:	vlees

GLYPTOCHELONE SUYCKERBUYKI (8)

Ouderdom:	67 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Krijt)
Vindplaats:	Valkenburg (Nederland)
Systematiek:	Klasse Reptilia
Lengte:	1,1 m
Menu:	vlees

ALLOPLEURON HOFFMANNI (11-12)

Ouderdom:	67 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Krijt)
Vindplaats:	Kanne (België)
Systematiek:	Klasse Reptilia
Lengte:	2,4 m
Menu:	vlees



Fig. 3. Maashagedissenzaal in het KBIN: zeeschildpad uit het Maastrichtiaan: detail van de muurschildering van J.M. Hamblenne.

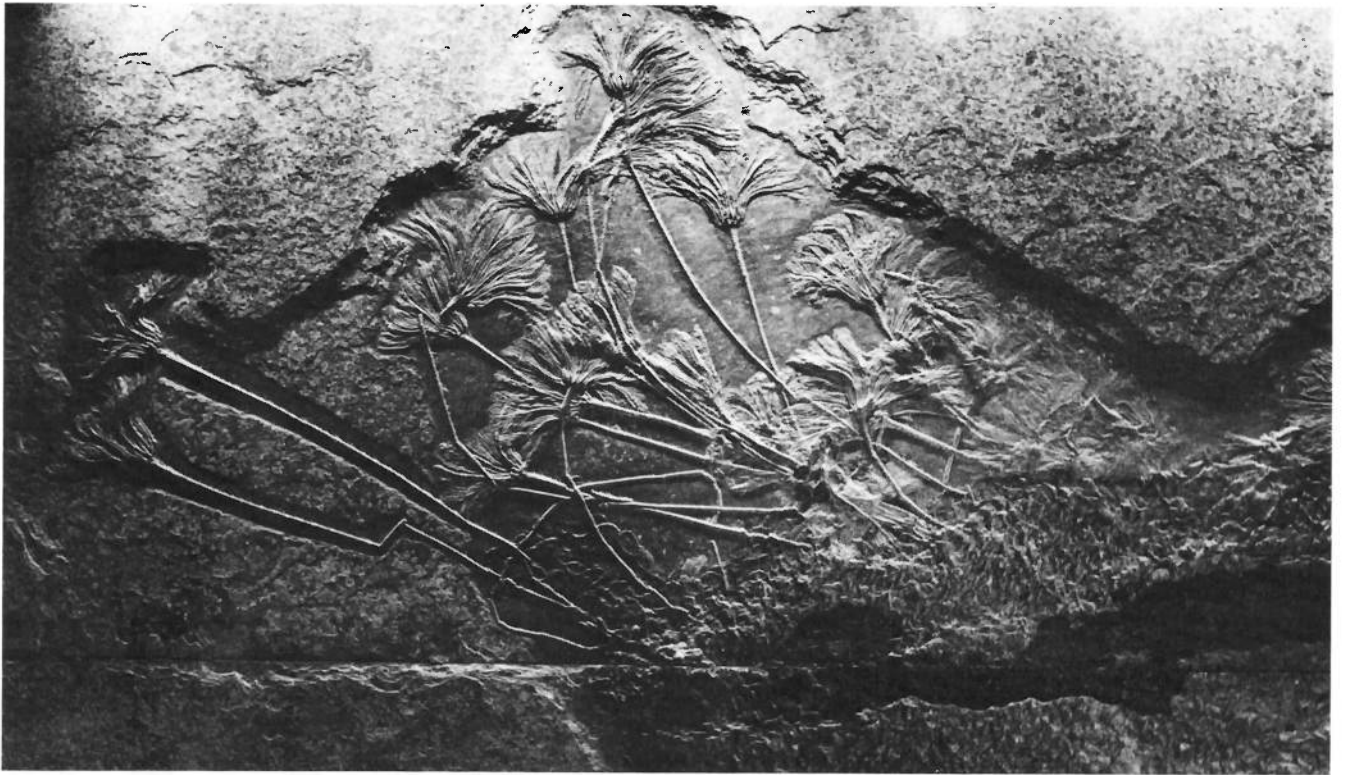


Fig. 4. Maashagedissenzaal in het KBIN: *Seirocrinus subangularis* zeelelie uit het Onder-Jura van Holzmaden (Duitsland).

Zeelelies

Ondanks hun uitzicht en naam zijn deze verrukkelijke wezens dieren. Zeelelies of crinoïden behoren zoals zeesterren en zeeëgels tot de stekelhuidigen (Echinodermata). Net als zeesterren hebben ze armen rond een centraal lichaam, dat bij zeelelies wel groter is en soms op een steel staat. Nu leven er nog 600 soorten zeelelies, maar er werden talrijke fossiele soorten gevonden, waarvan sommige 500 miljoen jaar oud zijn (Paleozoïcum, Ordovicium).

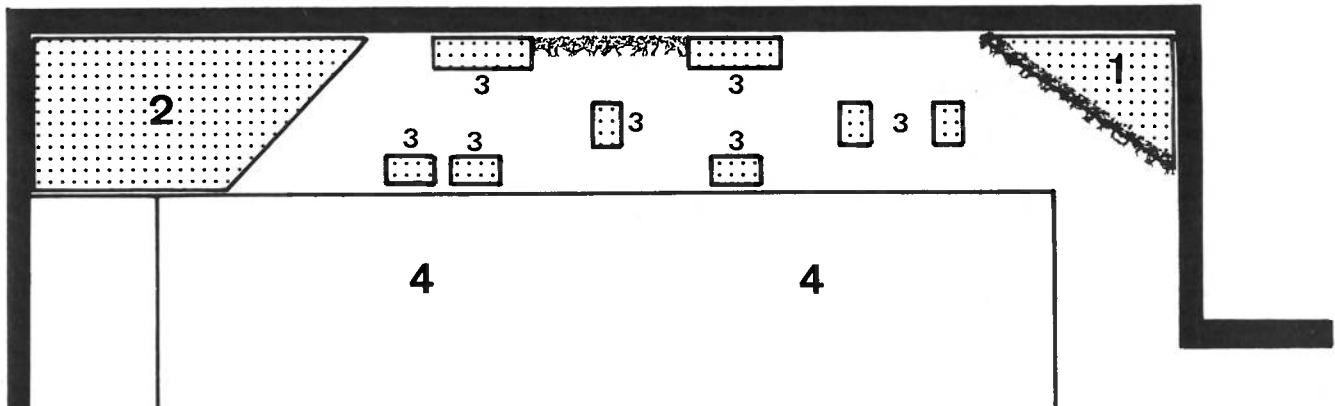
SEIROCRINUS SUBANGULARIS

verworven met de steun van de v.z.w. De Vrienden van het K.B.I.N.

Ouderdom: ca. 185 miljoen jaar (Mesozoïcum: Onder-Jura)
Vindplaats: Holzmaden (Duitsland)
Systematiek: Stam Echinodermata, Klasse Crinoidea
Hoogte: 1,2 m

Het hier tentoongestelde stuk is het grootste dat in Holzmaden gevonden werd.

Bernissart

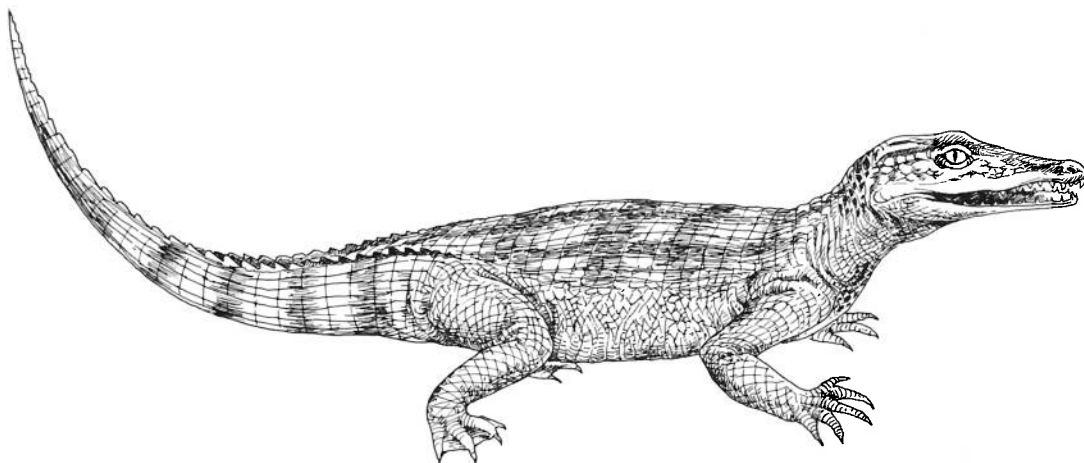


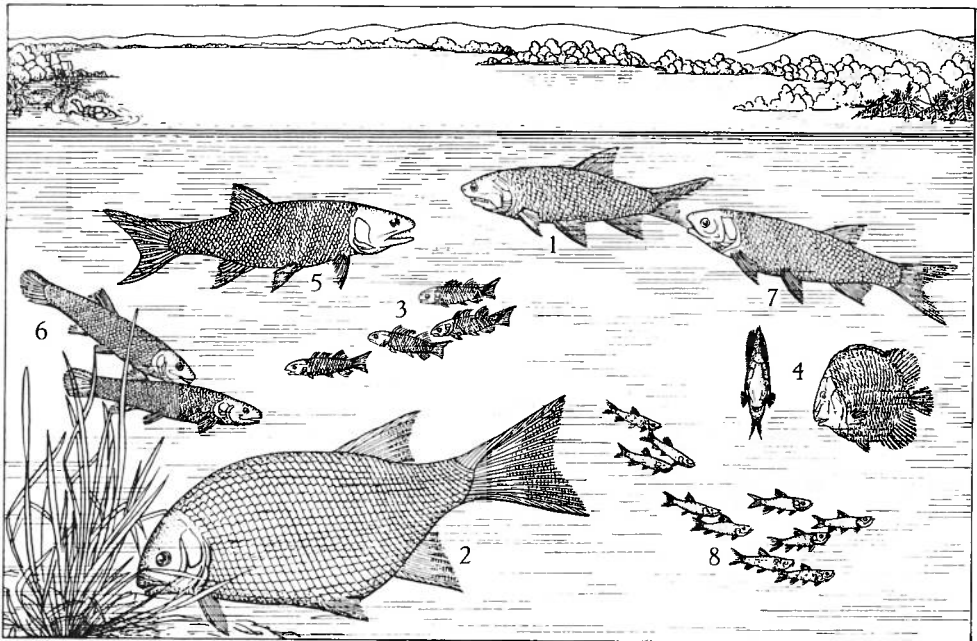
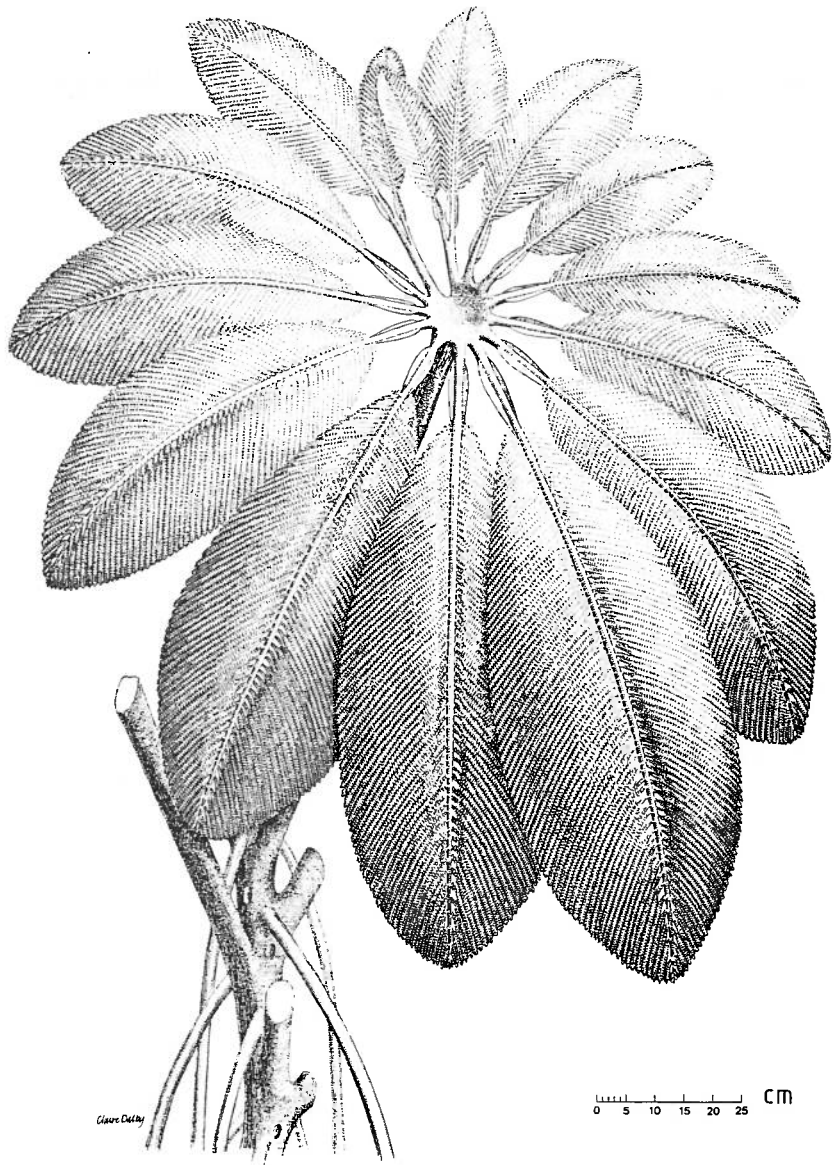
1. Iguanodons in hun milieu
2. Iguanodon (skelet - afgietsel)
"Megalosaurus" (skelet - afgietsel)
3. Bernissart is ook...
4. Iguanodons van Bernissart (originele skeletten)

Bernissart is ook...

Naast de iguanodons werden in Bernissart ook nog andere fossielen gevonden die niet zo goed bij het grote publiek bekend staan:

- honderden afdrukken van plantedelen. Ze zijn hoofdzakelijk van de varen *Weichselia reticulata* afkomstig.
- ongeveer 3.000 fossiele vissen die leefden in de moerassen rond Bernissart; ze zijn tussen 10 en 60 cm lang. Slechts vier soorten behoren tot families waartoe nog recente vormen behoren.
- een volledig skelet van de salamander *Hylaeobatrachus croyii*. Die was 8 cm lang en ongetwijfeld een van de oudste salamanders.
- een vleugelfragment van 2 cm dat toegeschreven wordt aan de krekel *Hylaeoneura lignei*.
- twee verschillende soorten krokodillen: de stompneuskrokodil of *Goniopholis simus*, ongeveer 2 m lang en de krokodil van Fagès of *Bernissartia fagesi*, ongeveer 60 cm lang. Beide krokodillen behoren tot een nu uitgestorven groep.
- twee kleine schildpadden: *Chitracephalus dumonii* en *Peltochelys duchasteli*, die respectievelijk 25 en 17 cm lang zijn.



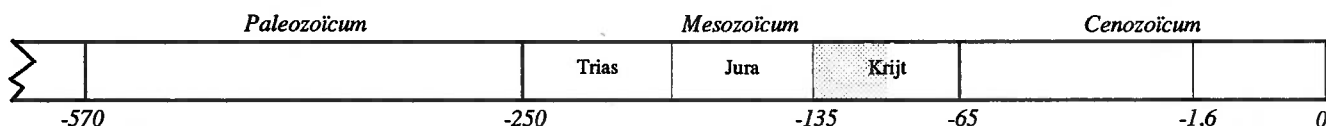


IGUANODON BERNISSARTENSIS (2-4)



In het Museum van het Instituut voor Natuurwetenschappen te Brussel staan een dertigtal skeletten van *Iguanodon bernissartensis* opgesteld.

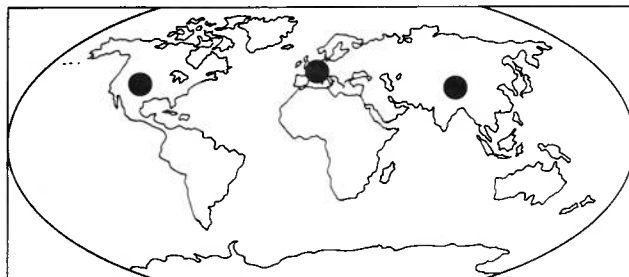
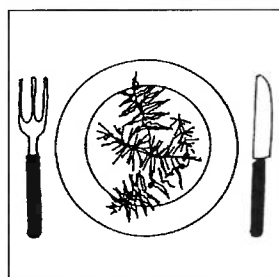
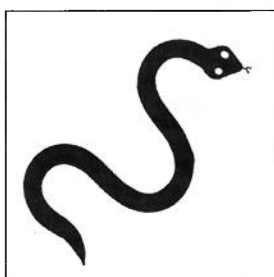
- Etymologie:** 'met tanden van een leguaan (= Iguana)'
Systematiek: Klasse Reptilia, Orde Ornithischia, Onderorde Ornithopoda
Ouderdom: 135 miljoen jaar (Mesozoïcum: Onder-Krijt)
Verspreiding: Europa, Noord-Amerika, Mongolië
Afmetingen: Hoogte: 2,5 tot 5 m Massa: 5 tot 7 ton Lengte: 10 m
Menu: planten



Iguanodon is één van de eerste dinosauriërs waarvan volledige skeletten ontdekt werden. In 1878 werden in een koolmijn te Bernissart (Henegouwen), op -322 m diep, in een put die ontstaan was door een natuurlijke instorting en opgevuld met kleiachtige afzettingen (een 'cran'), beenderen van iguanodons ontdekt. De fossielen waren doorspekt met fonkelend pyriet en werden aanvankelijk voor fossiele boomstronken 'met goud' gehouden. Vandaag zijn deze versteende beenderen goud waard. Ze vormen een verzameling van wereldformaat: nergens heeft men zoveel skeletten van eenzelfde soort dinosauriërs. De skeletten zijn bovendien volledig en in goede staat zodat ze uniek wetenschappelijk referentiemateriaal vormen.

Deze grote planteneter leefde in een moerassige omgeving, waar hij zijn voedsel (takken van naaldbomen, varens) vond. Oorspronkelijk werden deze dieren voorgesteld als tweevoeters, waarbij de zware staart in rust als steun diende. Meer en meer raakt men ervan overtuigd dat het dier zich voortbewoog als viervoeter. Alhoewel in Bernissart ook resten gevonden werden van een vleesetende dinosauriër, "*Megalosaurus dunkeri*", meent men dat *Iguanodon* niet moest onderdoen voor eventuele belagers. Het dier beschikte over een indrukwekkende staart, zware achterpoten en een groot spoor op de duim.

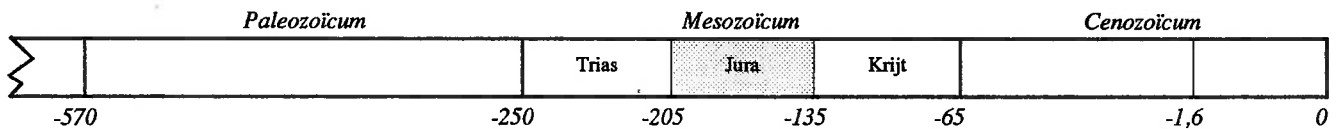
Men heeft lang allerlei verklaringen gezocht voor het feit dat zoveel skeletten op één plaats werden aangetroffen. Dat men deze skeletten samen aantreft betekent echter nog niet dat de dieren gelijktijdig stierven. Waarschijnlijk zijn kadavers van afgestorven iguanodons bijeengeslibd op eenzelfde plaats en daar bezonken om kort daarna met de omringende kleilagen, door een natuurlijke instorting, in de ondergrond te verdwijnen. In de kleilagen van Bernissart werden trouwens nog veel andere fossielen gevonden...



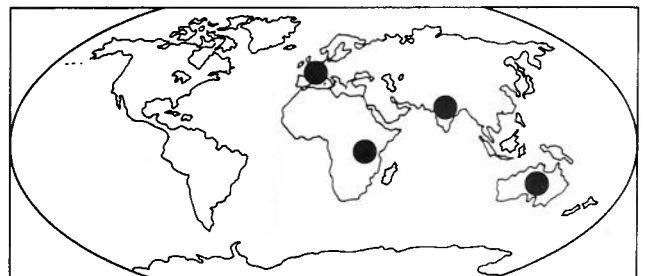
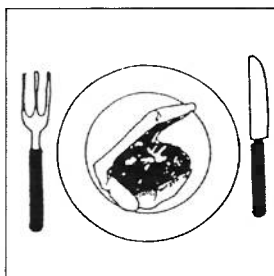
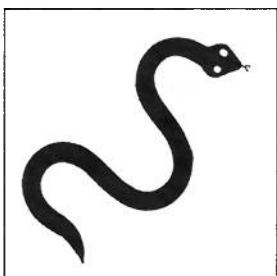
MEGALOSAURUS (2)



Etymologie:	'grote hagedis'
Ouderdom:	205 tot 135 miljoen jaar (Mesozoïcum: Jura)
Verspreiding:	Europa (Engeland, Frankrijk, Portugal), Australië, Tanzania, Indië
Systematiek:	Klasse Reptilia, Orde Saurischia, Suborde Theropoda
Afmetingen:	Hoogte: 3 m Massa: 900 kg Lengte: 9 m
Menu:	vlees

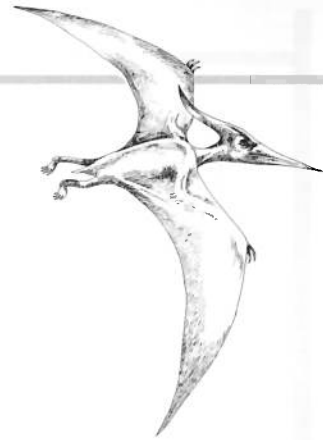


Megalosaurus, waarvan de resten in Stonefield (Oxfordshire, Groot-Brittannië) gevonden werden, was de eerste dinosauriër die een wetenschappelijke naam en beschrijving kreeg. Dit gebeurde in 1820. Het was overigens een van de drie skeletten die de paleontoloog OWEN ertoe brachten de term "dinosaurus" in te voeren. Lange tijd werden talrijke fossielen van Europese theropoden aan *Megalosaurus* toegeschreven, tot er onvermijdelijk geschift moest worden. Hierdoor is *Megalosaurus* nu nog altijd geen goed bekend dier. Met zijn korte doch sterke armen, zijn lange krachtige benen en zijn forse maar soepele hals was deze massieve dinosauriër een belangrijk roofdier. Uit zijn voetsporen kunnen we afleiden dat hij vrij traag was, maar dit voor de jacht vervelende gebrek werd misschien verholpen door jachtmethodes in groep of door een voorkeur voor krenge. Zijn sterke klauwen aan handen en voeten waren waarschijnlijk heel doeltreffend bij het doden en verscheuren van prooien. Met de 5 cm lange gebogen zaagtanden kon *Megalosaurus* ongetwijfeld zijn voedsel snijden.

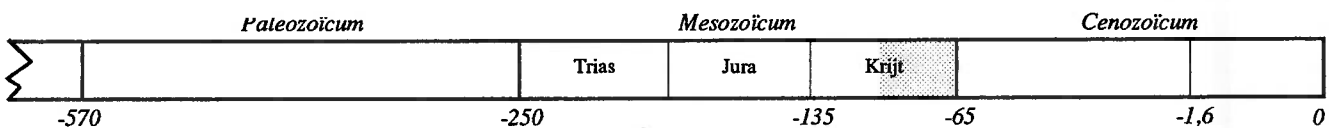


Vliegende reptielen

PTERANODON



- Etymologie:** 'tandeloze gevleugelde'
Systematiek: Klasse Reptilia, Orde Pterosauria
Ouderdom: 95 tot 65 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Krijt)
Verspreiding: Europa (Engeland) en Westelijk Noord-Amerika
Afmetingen: Spanwijdte: 7,5 tot 9 m Massa: 15 kg
Menu: vlees (vis)

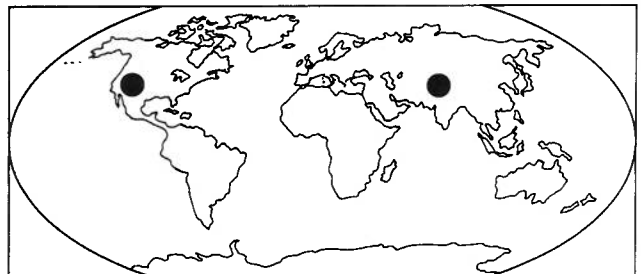
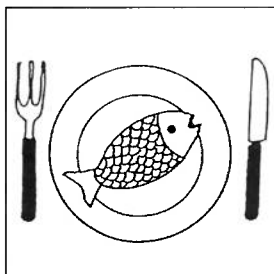
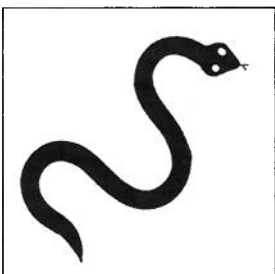


Pteranodon was niet enkel een van de grootste pterosauriërs (vliegende reptielen), maar bovendien een van de grootste vliegende dieren die ooit hebben geleefd. De meeste onderzoekers zijn overtuigd dat *Pteranodon* écht kon vliegen, maar sommigen denken dat hij, omwille van zijn enorme grootte, enkel kon zweven en daarbij gebruik maakte van luchtstromingen en thermiek.

Vermoedelijk leefde hij op zee, zoals een albatros dat nu doet. Ondanks zijn enorme afmetingen, bestond het skelet van *Pteranodon* uit holle splinterdunne beenderen en woog het dier niet meer dan een stevige kalkoen.

Pterosauriërs zijn geen dinosauriërs, noch vogels, maar stammen wel af van dezelfde primitieve reptielen waaruit ook de krokodillen, de dinosauriërs en de vogels ontstonden. Het waren de eerste gewervelde dieren die echt in staat waren te vliegen. De eerste pterosauriërs verschenen in het Trias.

Pteranodon en de andere pterosauriërs hebben, wat vliegen betreft, veel kenmerken gemeen met de vogels en de vleermuizen, de twee andere groepen van gewervelde dieren die ook kunnen vliegen. Nochtans ontwikkelden die kenmerken zich zo goed als onafhankelijk. Alle pterosauriërs waren vermoedelijk warmbloedige dieren, waardoor ze over energie beschikten om te vliegen zonder te moeten wachten op zonnewarmte om zich op te warmen.



Evolutie van de gewervelde dieren

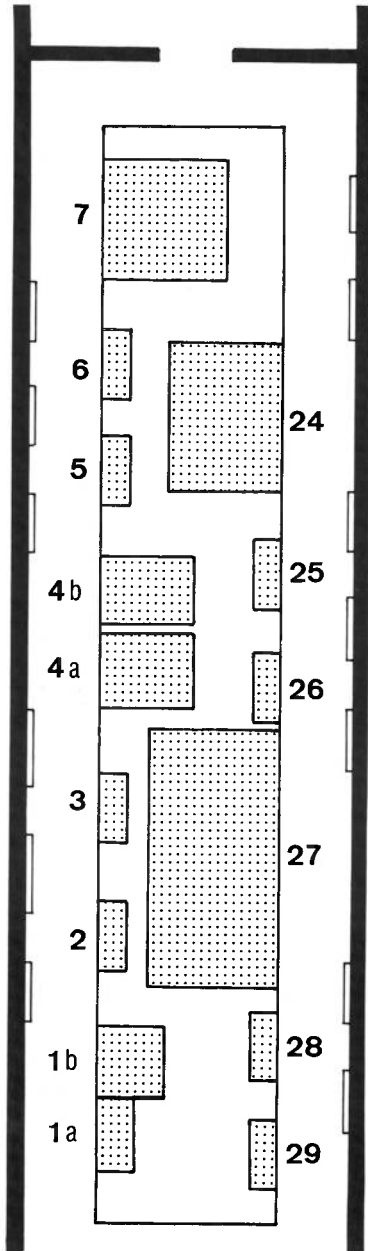


Fig. 33

- 1a. Inleiding
- 1b. Coelacanth (model)
- 2. Fossiele vissen
- 3. Fossiele vissen van België
- 4a,b. Amfibieën
- 5. Amfibieën
- 6. Fossiele reptielen
- 7. Fossiele reptielen
- 24. Dimetrodon (skelet)
- 25. Zoogdierachtige reptielen en zoogdieren
- 26. Arsinoitherium
- 27. Fossiele zoogdieren uit Amerika
- 28. Bever
- 29. Mammoet

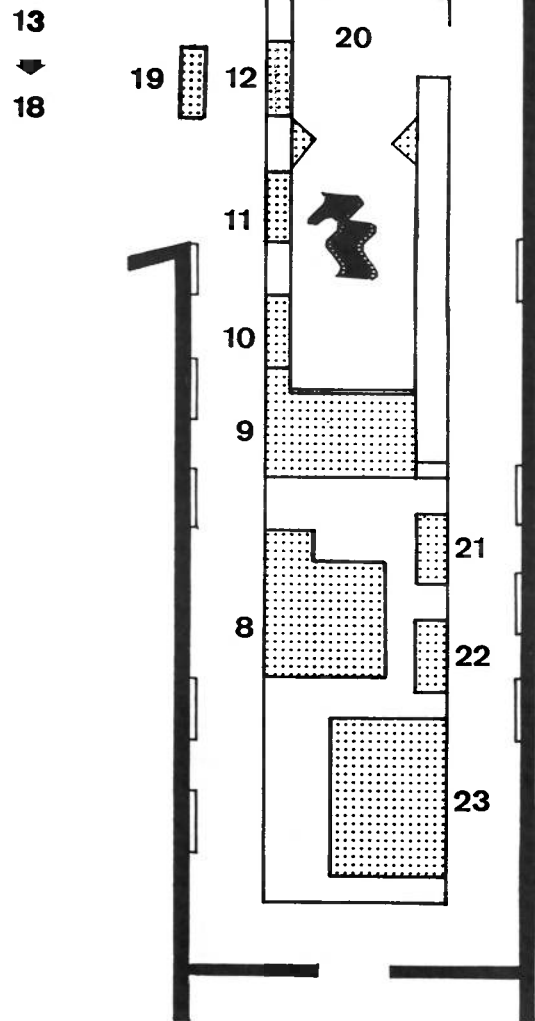
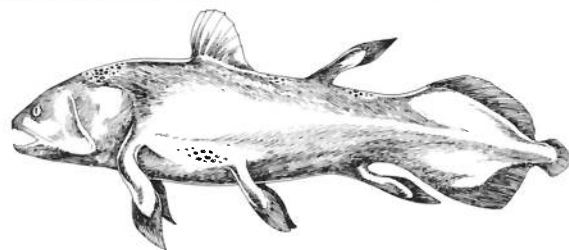


Fig. 34

- 8. Reuzen en dwergen onder de dinosaurïers.
- 9. Chasmosaurus
- 10. Nest van een dinosauriër
- 11. Dinosauriërs met eendesnavel
- 12. Tyrannosaurus
- 13.-18. Kinderruimte (Dino-dino)
- 19. Pterosauriërs - Oorsprong van de vogels
- 20. Projectieruimte
- 21. Fossiele krokodillen
- 22. Fossiele schildpadden
- 23. Fossiele schildpad

Fossiele vissen

COELACANTH (1b)



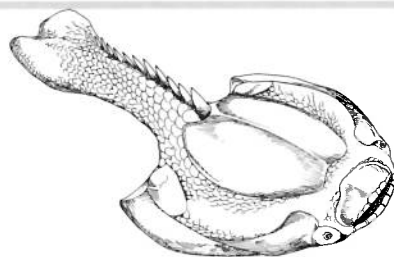
Wetensch. naam:	<i>Latimeria chalumnae</i>
Etymologie:	'met holle stekels'
Ouderdom:	recent
Verspreiding:	Indische Oceaan (Comoren-eilanden)
Systematiek:	Klasse Osteichthyes, Orde Actinistia
Lengte:	1 m
Menu:	vlees

De Coelacanth is de enige recente soort van de kwastvinnige vissen. De coelacanthiden verschenen voor het eerst in het Midden-Devoon, ongeveer 380 miljoen jaar geleden. Sinds het einde van het Krijt, 65 miljoen jaar geleden, ontbreken alle fossielen.

In 1938 werd een levend exemplaar van de Coelacanth gevangen en beschreven. De bewoners van de Comoreneilanden wisten al jaren van het bestaan van deze vis af, maar voor de wetenschap was het een onverwachte spectaculaire ontdekking.

De studie van dit 'levend fossiel' kan interessante informatie opleveren over de oorsprong van de eerste gewervelden op het land en over de anatomie van de fossiele kwastvinnigen.

DREPANASPIS (2)



Etymologie:	'met sikkelvormig (kop)schild'
Ouderdom:	410 tot 385 miljoen jaar (Paleozoïcum: Onder-Devoon)
Vindplaats:	Duitsland
Systematiek:	Klasse Agnatha, Orde Heterostraci
Lengte:	30 cm
Menu:	allerlei

Deze 'kaakloze vis' is goed herkenbaar aan de afgeplatte brede voorzijde en de ver uiteen staande ogen, langs weerszijden van de naar boven gerichte bek. Het was een bodembewonder die zijn voedsel zocht in het slib op de zeebodem.

BOTHRIOLEPIS CANADENSIS (2)



Etymologie:	'met holle beenplaat'
Ouderdom:	375 tot 355 miljoen jaar (Paleozoïcum: Boven-Devoon)
Verspreiding:	gehele wereld
Vindplaats:	Scaumenac Bay, Québec (Canada)
Systematiek:	Klasse Placodermi, Orde Antiarchi
Lengte:	30 cm
Menu:	vlees

Bothriolepis is een bodembewonende zoetwatervis die behoort tot de pantservissen of Placodermi, een groep die volledig uitgestorven is. Deze vissen waren voorzien van een zwaar pantser van in elkaar grijpende beenplaten, waarin de kop en het voorste deel van de romp gevat was. Het achterste deel van de romp was niet beschermd door het pantser en was beweeglijk. Pantservissen kwamen voor van 375 tot 290 miljoen jaar geleden (Boven-Devoon tot Boven-Carboon).

ATRACTOSTEUS STRAUSI (2)

Etymologie:	'met doornschubben'
Ouderdom:	ongeveer 45 miljoen jaar geleden (Cenozoïcum: Midden-Eoceen)
Vindplaats:	Messel (Duitsland)
Systematiek:	Klasse Osteichthyes, Superorde Holostei
Lengte:	80 cm
Menu:	vlees (?)

Een recente soort *Atractosteus tropicus*, die verwant is aan deze fossiele beensnoek leeft in Centraal-Amerika. De beensnoeken vormen een primitieve groep straalvinnige vissen waarvan er nu nog enkele voorkomen in Noord- en Centraal Amerika. Het genus *Lepisosteus*, dat vooral voorkomt in het Mississippi-stroomgebied en in Florida, is vrij algemeen.

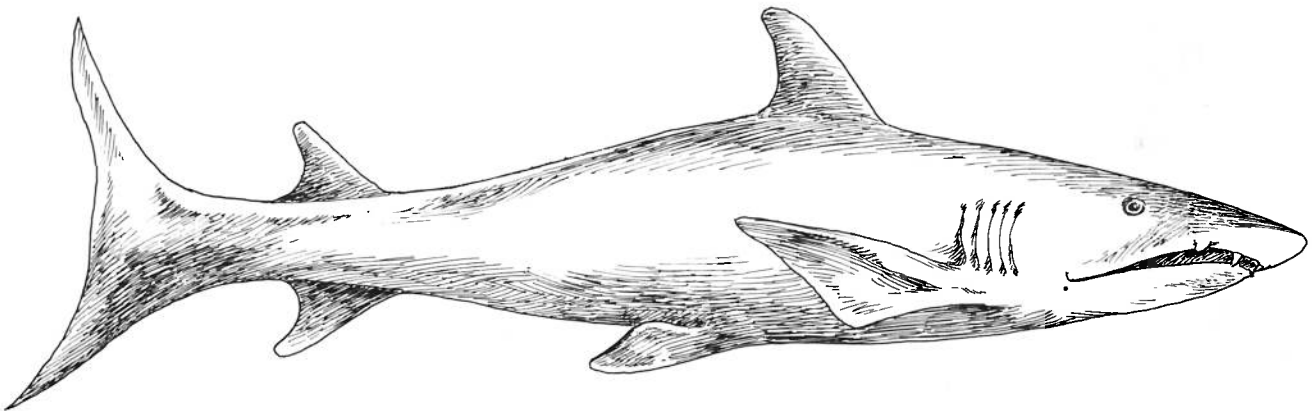
De Messel-fossielen worden gevonden in zachte olie- en waterhoudende bladerige kleisteen die bij drogen volledig uiteenvalt. Om de fossielen te bewaren wordt de kleisteen vervangen door kunsthars.

KNIGHTIA ALTA (2)

Ouderdom:	ongeveer 45 miljoen jaar geleden (Cenozoïcum: Midden-Eoceen)
Vindplaats:	Green River Shales (Wyoming, U.S.A.)
Systematiek:	Klasse Osteichthyes, Orde Clupeiformes (?)
Lengte:	5 - 15 cm

Deze primitieve haringachtige is afkomstig van kalkafzettingen in Eocene meren die zich uitstrekten in het grensgebied van Wyoming, Colorado, Utah en Idaho (U.S.A.). Deze afzettingen zijn wereldvermaard om de vele goed bewaarde skeletten van vissen en andere gewervelde dieren die er gevonden worden.

REUZENHAAI (3)



Wetensch. naam:	<i>Carcharocles megalodon</i>
Etymologie:	'met grote gezaagde tanden'
Ouderdom:	36,5 tot 5,3 miljoen jaar (Cenozoïcum, Tertiair: Oligoceen en Mioceen)
Vindplaats:	Antwerpen
Systematiek:	Klasse Chondrichthyes, Orde Selachii, Familie Lamnidae
Lengte:	12 - 15 m
Menu:	vlees

Deze haai behoort tot een familie, waarvan de eerste vertegenwoordigers reeds in het Krijt voorkwamen. De gevreesde mensenhaai *Carcharocles carcharias* is een recente soort van deze familie.

Haaïen zijn kraakbeenvissen. Hun skelet fossiliseert moeilijk. In de platte wervels wordt echter voldoende kalk afgezet om bij fossilisatie deels bewaard te blijven. Gefossiliseerde tanden worden wel regelmatig gevonden.

Het gebit van de reuzenhaai bestond uit een aantal rijen platte driehoekige tanden, voorzien van een gezaagde rand. Alleen de buitenste rij was in gebruik, de overige rijen, de vervangingstanden, zaten in het tandvlees. Zoals bij de recente haaïen greep er permanente tandwisseling plaats: de tanden uit de buitenste rij werden uitgestoten en vervangen door nieuwe uit de tweede rij.

De zaagtanden lieten toe dat deze rover zich voedde met zeezoogdieren.

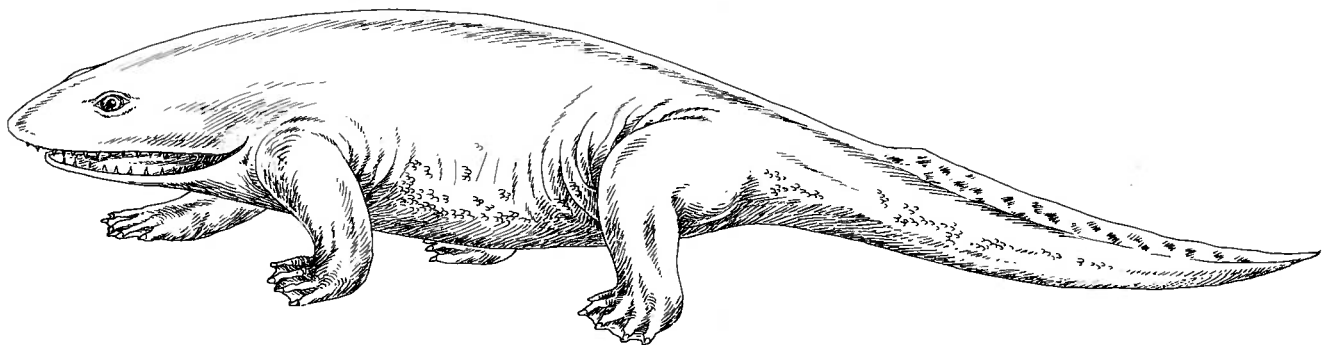
BENEDENICHTHYS DENEENSIS (3)

Etymologie:	'vis van Van Beneden (gevonden in Denée)'
Ouderdom:	355 tot ongeveer 320 miljoen jaar (Paleozoïcum: Onder-Carboon)
Vindplaats:	Denée (België)
Systematiek:	Klasse Osteichthyes, Familie Palaeoniscidae
Lengte:	30 cm

Een typische vertegenwoordiger van de Palaeoniscidae, primitieve straalvormige vissen, die verwant zijn met de recente steuren. De zware benige schubben, die een pantser vormen op het lichaam en de ver naar achter geplaatste rugvin, zijn kenmerkend. Zoals de recente steuren waren deze vissen ook voorzien van een asymmetrische haai-achtige staart.

Amfibieën

ICHTHYOSTEGA (4a)



Etymologie:	'met schubben zoals een vis'
Ouderdom:	375 tot 355 miljoen jaar (Paleozoïcum: Boven-Devoon)
Verspreiding:	Groenland
Systematiek:	Klasse Amphibia
Lengte:	2 m
Menu:	Vlees

In 1931 werd voor de eerste maal een bijna volledig skelet van *Ichthyostega* gevonden. Waarschijnlijk is hij de oudste ooit ontdekte viervoeter, die toont hoe de overgangsvormen tussen vissen en amfibieën eruit zagen. Hij lag mee aan de grondslag van het vertebratenleven op het land.

Van de amfibieën had hij de vier stevige ledematen en een sterke wervelkolom. Van de vissen behield hij benige huidschubben en een staartvin verstevigd met benige vinstralen. Deze goede zwemmer plantte zich ook voort als de vissen.

Hij had een grote bek met veel kegelvormige tanden in kaken en gehemelte.

ERYOPS (4b)



Wetensch. naam: *Eryops megacephalus*

Etymologie: 'met uitpuilende ogen en grote kop'

Ouderdom: 310 tot 260 miljoen jaar (Paleozoïcum: Boven-Carboon tot Onder-Perm)

Verspreiding: Noord-Amerika (New Mexico, Oklahoma en Texas)

Systematiek: Klasse Amphibia

Lengte: 2 m

Menu: vlees

Eryops leek wat op een krokodil. Deze grote dikkop behoorde tot een succesvolle diergroep die nog sterk verwant was met de spiervinnige vissen. Talrijke resten werden immers in gesteenten gevonden die wijzen op een moerassige omgeving. Het is een van de eerste gewervelde dieren die aan land gingen. Zijn wervelkolom en poten waren stevig genoeg opdat ondanks zijn waggelende gang zijn buik niet over de grond zou slepen. Naast talrijke puntige tanden in zijn kaken, had hij ook enkele heel grote tanden in het gehemelte.

LOXOMMA (5)

Etymologie: 'met schuine, schele ogen'

Ouderdom: 355 tot 290 miljoen jaar (Paleozoïcum: Carboon)

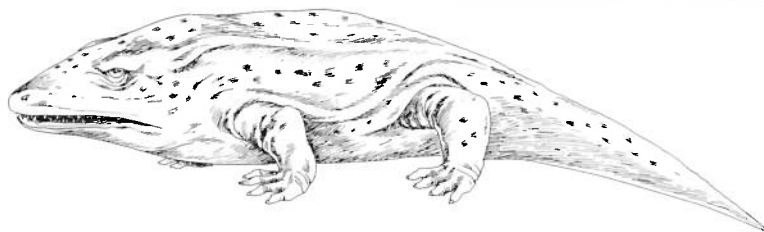
Vindplaats: Schotland

Systematiek: Klasse Amphibia

Menu: vlees

Loxomma behoort samen met *Ichthyostega* tot de pioniers van de gewervelde landdieren. Het was een vrij plomp gebouwd dier, met korte poten en een zwaar lijf dat over de grond sleepte. De aanpassingen aan een leven op het droge waren blijikbaar nog niet ideaal.

MASTODONSAURUS (5)

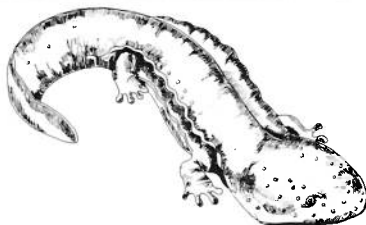


Etymologie:	'mastodonthagedis'
Ouderdom:	250 tot 205 miljoen jaar (Mesozoïcum: Trias)
Verspreiding:	alle continenten
Systematiek:	Klasse Amphibia
Menu:	vlees

Met zijn enorme platte maar korte schedel was *Mastodonsaurus* een reus onder de amfibieën. Twee of drie snijtanden waren in slagstanden veranderd. De zwakke ledematen en de eenvoudige wervelkolom wijzen er op dat de late amfibieëngroep waartoe *Mastodonsaurus* behoorde terug het water had opgezocht. Zo hebben ze de weg naar het land verlaten die de eerste pioniers waren opgegaan.

Tegen het begin van de Jura stierven ze uit. Misschien waren de moerassen uitgedroogd en konden ze zich niet opnieuw aan een landleven aanpassen, waar ze in concurrentie traden met de zoogdierachtige reptielen. Binnen de groep waren intussen al de voorouders van de staartloze amfibieën (padden en kikkers) ontstaan.

JAPANSE REUZENSALAMANDER (5)



Wetensch. naam:	<i>Andrias japonicus</i>
Etymologie:	'reuzenbeeld, kolos'
Ouderdom:	recent
Verspreiding:	Japan
Systematiek:	Klasse Amphibia
Afmetingen:	Lengte: 1,50 m Massa: 10,5 kg
Menu:	vlees

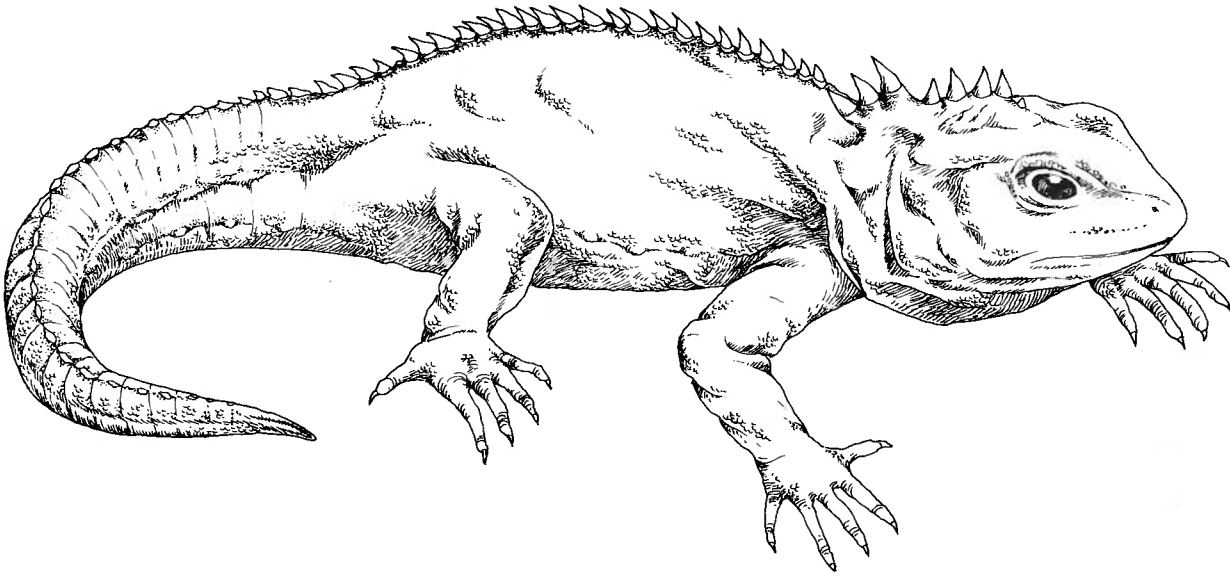
Hoewel hij nu alleen nog in enkele heldere bergstroompjes leeft, kwam deze merkwaardige amfibie tijdens het Tertiair in Eurazië en Noord-Amerika algemeen voor.

Zijn leven lang behoudt de reuzensalamander kenmerken van een larve: hij heeft geen oogleden, een larvegebit... Het vrouwtje legt een 600 eieren, die daarna uitwendig bevrucht worden en door het mannetje bewaakt tot de jongen uitkomen. Het is een nachtdier dat vissen, kikkers, schaaldieren, wormen en insecten eet.

In de volksgeneeskunde wordt het vlees fel gegeerd. Hij wordt dan ook bedreigd door een ongebreidelde jacht en door wat wij de vooruitgang van de beschaving noemen.

Reptielen

BRUGHAGEDIS (6)



Wetensch. naam:	<i>Sphenodon punctatus</i>
Ouderdom:	recent
Verspreiding:	Nieuw-Zeeland
Systematiek:	Klasse Reptilia
Afmetingen:	Lengte: 65 cm Massa: tot 1 kg
Menu:	vlees

De brughagedis is een levend fossiel: het is de enig nog levende soort van de Rhynchocephalida, een reptielenorde die haar grootste verbreiding kende in het Trias (Mesozoïcum).

Met zijn dikke hoge kop, zijn stevige poten en zijn dikke zijdelings afgeplatte staart lijkt dit kloeke dier wat op bepaalde grote hagedissen. Ook draagt het op rug en kop een kam die uit lange beweegbare schubben bestaat. De brughagedis kent een heel langzame stofwisseling en groeit uiterst traag: ze wordt pas rond de leeftijd van 20 jaar geslachtsrijp! Zij kan wel een eeuw oud worden.

Zij leeft op enkele eilanden waar laag struikgewas groeit. Daar huist ze in de nesten van stormvogels die daar in groten getale voorkomen. Doordat die eilanden zo afgelegen zijn en er nooit echte concurrenten waren, kon dit dier door de tijden heen blijven bestaan. Zal het ook ons tijdperk kunnen overleven?

MESOSAURUS (6)



Ouderdom:	290 tot 270 miljoen jaar (Paleozoïcum: Onder-Perm)
Verspreiding:	Zuid-Afrika, Zuid-Amerika
Systematiek:	Klasse Reptilia
Lengte:	1 m
Menu:	vlees

Mesosaurus behoorde tot de eerste primitieve reptielen die voor een leven in het water, en meer bepaald het zoet water, kozen.

Hij stuwde zich voort met zijn zijdelings afgeplatte zwemstaart en zijn lange achterpoten, die ongetwijfeld zwemvliezen droegen. Op de schedel met spitse snuit stonden de neusgaten achteraan bij de ogen zoals bij de huidige krokodillen: terwijl hij net onder het wateroppervlak zwom kon hij zo rondloeren en ook ademen. Zijn tanden waren te dun om prooien te vangen, maar moesten plankton, week- en schaaldiertjes en visjes uit het water filteren.

Alle resten van *Mesosaurus* werden in het zuidelijk halfrond gevonden, waardoor de opvatting dat Afrika en Zuid-Amerika één vasteland vormden, nog meer steun vond.

PAREIASAURUS (7)



Etymologie:	'serpenthagedis'
Ouderdom:	ongeveer 270 miljoen jaar (Paleozoïcum: Midden-Perm)
Verspreiding:	Zuid-Afrika, Rusland
Systematiek:	Klasse Reptilia
Lengte:	3 m
Menu:	planten

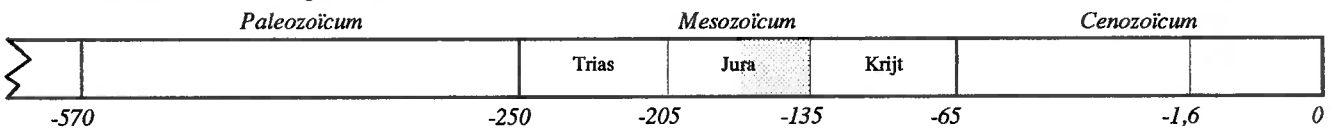
Pareiasaurus was een van de eerste reptielen die van planten gingen leven, zoals aan de bladvormige en gekartelde tandjes te zien is. Met zijn stevige, opzij ingeplante poten moet het dier er vrij sloom hebben uitgezien. Zijn rug was bedekt met benige platen die in de huid staken.

Reptielen: Dinosauriërs

CAMARASAURUS (8)



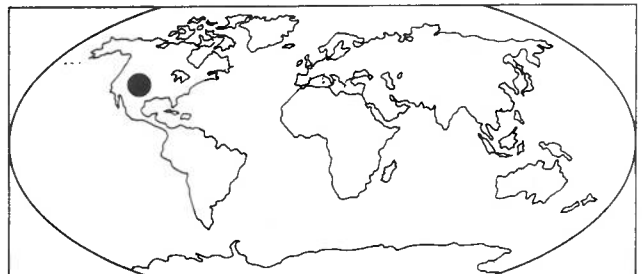
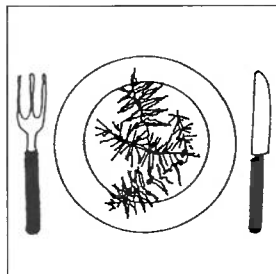
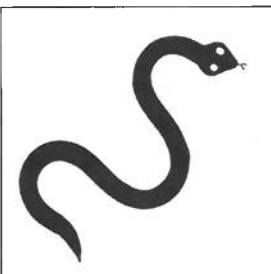
- Etymologie:** 'hagedis met kamers (in het skelet)'
Systematiek: Klasse Reptilia, Orde Saurischia, Onderorde Sauropodomorpha
Ouderdom: 152 tot 135 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Jura)
Verspreiding: Westelijk deel van Noord-Amerika
Afmetingen: Lengte: 18 m Massa: 25 ton
Menu: planten



Van de sauropoden was *Camarasaurus* de meest algemene uit de Boven-Jura. Het was een grote plantenetende viervoeter met zware massieve poten, een stevige nek en staart en een ronde kop met stompe snuit. Hij zwierf rond in kuddes over de vochtige tropische vlakten, het landschap van Noord-Amerika in de late Jura.

Zoals bij alle sauropoden, vertoonde het skelet van *Camarasaurus* uitgeholde wervels, waardoor het minder zwaar was. Dit kenmerk was zo fel uitgesproken, dat de wervels kamers vormden, waaraan het dier zijn naam dankt.

Bovenop de schedel bevonden zich enorme neusopeningen, die wellicht te maken hadden met de warmteregeling. De tanden waren groot voor een sauropode en lepelvormig. In tegenstelling tot zijn verwanten, *Apatosaurus* en *Diplodocus*, die kleine, tere tanden hadden, voedde hij zich met taaie vezelige planten zoals varens en paardestaarten. In de maag beschikte hij over maagstenen om de taaie plantenvezels te vernalen.



HYSILOPHODON (8)



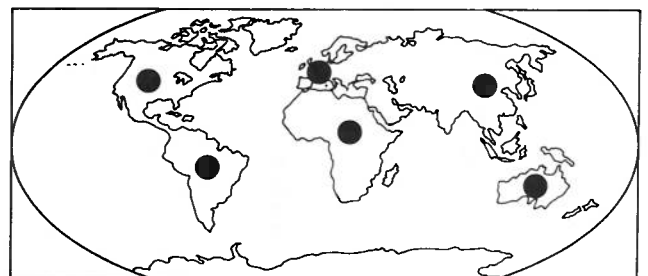
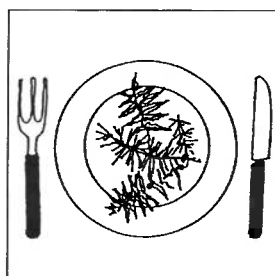
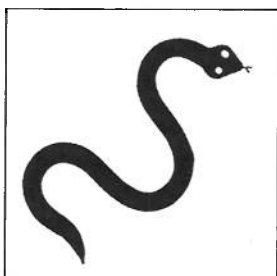
Etymologie:	'met tanden met hoge kronen'
Ouderdom:	205 tot 90 miljoen jaar (Mesozoïcum: Onder-Jura tot Midden-Krijt)
Verspreiding:	Europa
Systematiek:	Klasse Reptilia, Orde Ornithischia, Suborde Ornithopoda
Afmetingen:	Hoogte: 1,5 m Lengte: 1,4 tot 2,3 m Massa: 69 kg
Menu:	planten

Hypsilophodon en zeven verwante dinosauriërs vormen de familie van de Hypsilophodontidae. Deze familie was heel succesvol, want ze heeft wel 100 miljoen jaar bestaan en kwam over heel de wereld voor. Op het eiland Wight (Groot-Britannië) zijn bijna twintig volledig bewaarde geraamten gevonden van *Hypsilophodon*. Samen met nesten van fossiele eieren en enkele jongen vormen ze een heel boeiend studieobject. Eerst werden vooral de tenen en vingers van dit dier onderzocht. Zo werd *Hypsilophodon* bijna een eeuw lang voorgesteld als een kleine boombewoner, vergelijkbaar met de huidige boomkangoeroe in Australië. Met zijn vier tenen zou hij takken kunnen vastgrijpen (drie tenen naar voor en één naar achter)...

Toen veel later een diepgaander onderzoek gevoerd werd, wees dit uit dat die kleine dinosauriër op de grond leefde. Het dier kon snel rennen op zijn lange achterpoten, terwijl zijn lange, door verbeende pezen versterkte staart als tegenwicht voor het voorlijf diende.

Hij at planten, die hij vastkneep tussen de tanden vooraan in de bovenkaak en de hoornsnavel van de onderkaak. Met de andere tanden kon hij het voedsel verder kauwen.

Waarschijnlijk was *Hypsilophodon* een kuddedier dat bij het geringste gevaar op de vlucht sloeg. De rangschikking van de eieren in het nest wijst op het bestaan van broedzorg.



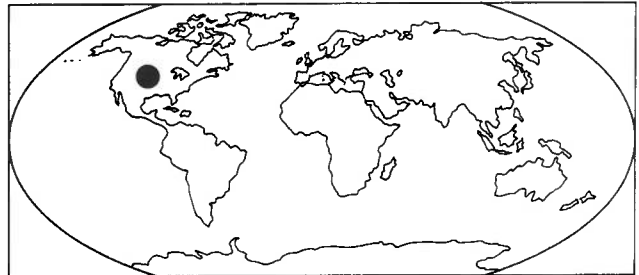
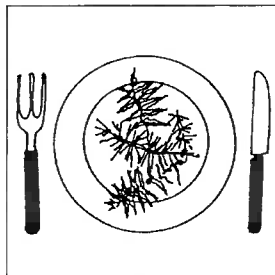
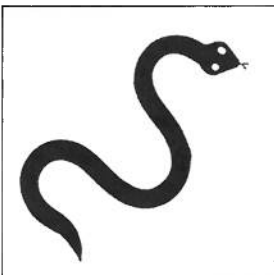
OTHNIELIA (NANOSAURUS) (8)

Etymologie:	<i>Othnielia</i> : 'ter ere van Othniel' <i>Nanosaurus</i> : 'dwerghagedis'
Ouderdom:	152 tot 135 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Jura)
Verspreiding:	Noord-Amerika
Systematiek:	Klasse Reptilia, Orde Ornithischia, Suborde Ornithopoda
Afmetingen:	Lengte: 1,4 tot 3 m Massa: 100 kg
Menu:	planten

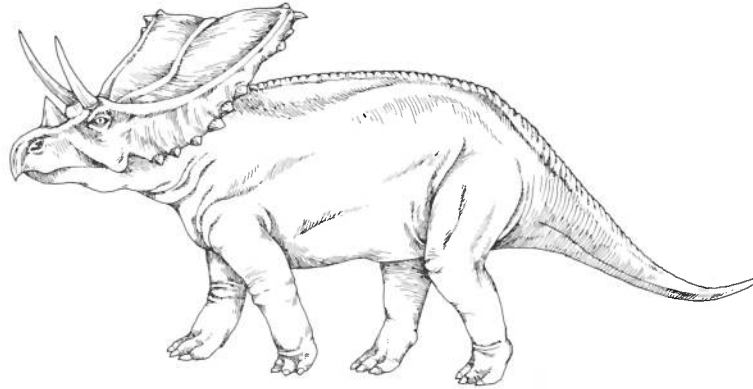
In 1877 werden in Colorado in de beroemde Morrison formatie voor de eerste maal beenderen van deze kleine bekende ornithopode gevonden (een opperarmbeen, twee dijbeenderen, een onderkaakbeen...). Later werden in diezelfde formatie in Wyoming en Utah veel vollediger geraamten gevonden. Honderd jaar later kreeg *Nanosaurus* de nieuwe naam *Othnielia* als eerbetoon aan de befaamde dinosaurusjager Othniel Charles MARSH.

Othnielia was, als typische vertegenwoordiger van de Hypsilophodontidae, een "gazelle onder de dinosaurïërs". Dit vreesachtige plantenetende kuddedier was steeds op zijn hoede voor elk roofdier en maakte zich dan snel uit de voeten. Zijn dijbeen was korter dan zijn onderbeen, zoals dit, in tegenstelling tot bij onder andere de plumpe *Triceratops*, bij alle goede renners het geval is. Zijn lichaam was licht, zijn staart lang, zijn achterpoten lang en aan zijn korte armen stonden vijfvingerige handen.

Zoals al zijn verwanten had *Othnielia* wangen, waardoor het voedsel bij het kauwen niet uit zijn muil kon vallen. Toch waren zijn tanden veel korter dan bij de andere Hypsilophodontidae en waren ze helemaal - dus niet alleen de kauwvlakken - met glazuur bedekt. Hieruit kunnen we afleiden dat hij reeds steviger voedsel at: glazuur beschermt immers tanden.



CHASMOSAURUS (9)

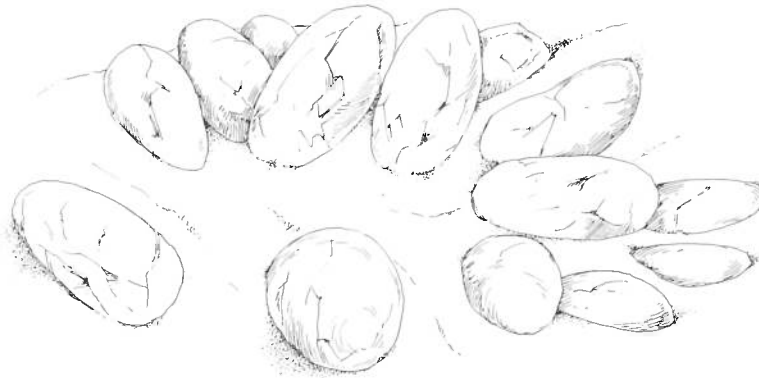


Etymologie:	'hagedis met gapende openingen'
Ouderdom:	85 tot 65 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Krijt)
Verspreiding:	Noord-Amerika (Canada, Verenigde Staten)
Systematiek:	Klasse Reptilia, Orde Ornithischia, Onderorde Marginocephalia
Afmetingen:	Lengte: 5 m Massa: 4 ton
Menu:	planten

Zijn naam dankt *Chasmosaurus* aan de grote openingen in zijn indrukwekkend benig nekschild, waardoor dit lichter werd. Het was gekarteld en tweemaal zo groot als de kop. Waarschijnlijk was het oorspronkelijk een eenvoudig aanhechtingspunt voor de kaakspieren, dat later een geschikt middel werd waarmee *Chasmosaurus* zich kon verdedigen tegen aanvallers of om ze zelfs af te schrikken. Misschien kon hij door dit schild ook wel van andere soorten of van het andere geslacht onderscheiden worden. Verder had hij een hoorn op zijn neus en twee hoorns op het voorhoofd.

De eerste fossielen van *Chasmosaurus* werden in 1898 bij de Red Deer River in Alberta (Canada) ontdekt. Ook werden er huidafdrukken gevonden: ze toonden aan dat de huid ruw was met regelmatige rijen van afwisselend kleine en grote knobbels.

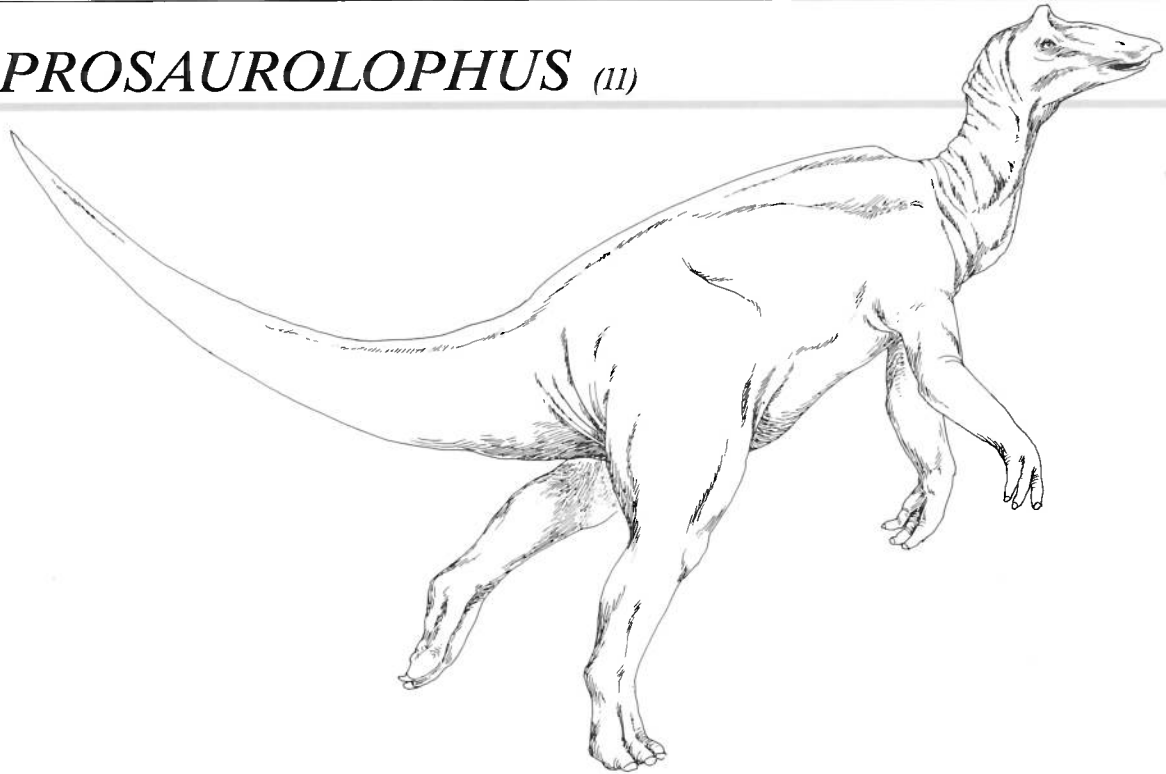
EIEREN VAN DINOSAURIËRS (10)



Van verschillende soorten dinosauriërs werden eieren gevonden, soms zelfs met een geraamte van een embryo erin! Hier zien we dit op ware grootte bij *Protoceratops*. Een volwassen *Protoceratops* mat meer dan twee meter en woog ongeveer 1500 kg! De eieren waren dus heel klein in vergelijking met het volwassen dier, wat voor de meeste dinosauriërs geldt.

Hele "nesten" werden op die manier ontdekt. Wellicht werden de eieren in de grond of onder plantenresten begraven. Een doorsnee legsel telde een dozijn eieren.

PROSAUROLOPHUS (II)



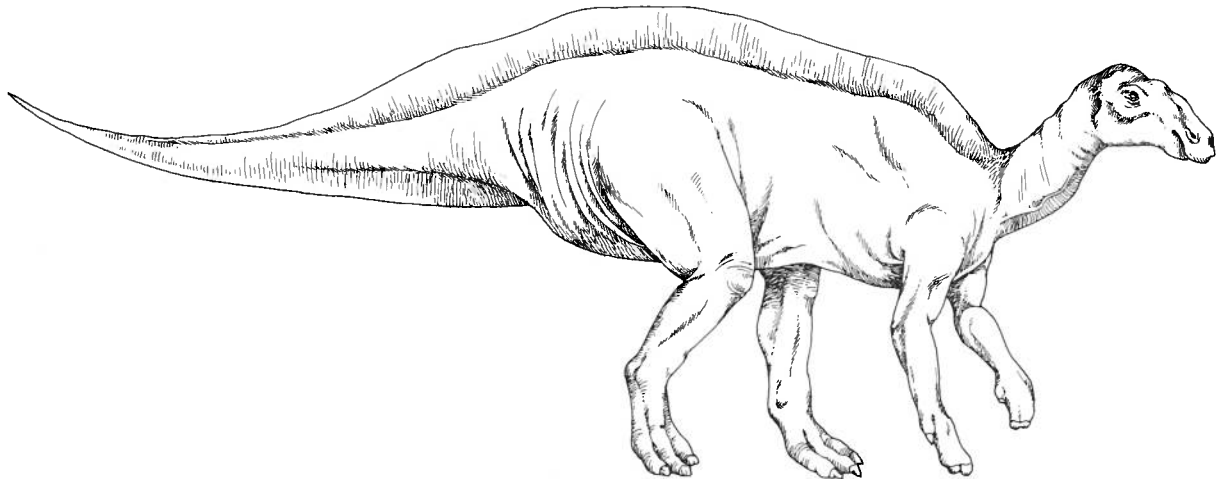
Etymologie:	'eerste kamedis'
Ouderdom:	95 tot 65 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Krijt)
Verspreiding:	Noord-Amerika
Systematiek:	Klasse Reptilia, Orde Ornithischia, Suborde Ornithomimorpha
Lengte:	8 m
Menu:	Planten

Prosaurolophus behoort tot de hadrosauriërs of eendensnaveldinosauriërs, een familie van dinosauriërs die vaak gekenmerkt wordt door uitsteeksels of zelfs kammen op de schedel. Bij *Prosaurolophus* liepen de neusbeenderen door, zodat ze boven de oogkassen twee bulten vormden. Het is nog niet geweten waartoe die structuur in massief been diende. Misschien was het een secundair geslachtskenmerk: wie weet was *Prosaurolophus* niet het vrouwtje van *Saurolophus* die een grotere kam had. Maar de eerste zou eerder een voorouder van de laatste zijn.

De grote platte snuit van *Prosaurolophus*, waarschijnlijk voorzien van een hoornlaag, had de vorm van een eendensnavel. In zijn muil stonden er talrijke kleine tandjes, zo'n vijftigtal per kaak. Onder elke tand in gebruik stonden er gemiddeld vijf vervangingstanden, die telkens in de plaats kwamen van een uitgevallen tand.

Prosaurolophus was helemaal geen zeldzaam dier. Zoals veel planteneters bracht hij een groot deel van zijn tijd door met eten. Waarschijnlijk liep hij op zijn achterpoten; wanneer hij rustte of at zette hij misschien zijn zwakkere voorpoten ook op de grond.

HADROSAURUS (11)



Etymologie:	'dikke hagedis'
Ouderdom:	95 tot 65 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Krijt)
Verspreiding:	Noord-Amerika
Systematiek:	Klasse Reptilia, Orde Ornithischia, Onderorde Ornithopoda
Lengte:	9 m
Menu:	planten

Hadrosaurus was de eerste dinosauriër die in Noord-Amerika ontdekt werd. Hij is een typische vertegenwoordiger van de familie der "eendesnavelsauriërs". Zijn platte snavel was vooraan tandeloos, maar achter op de kaken stonden talrijke tandjes die voortdurend vervangen werden.

Op zijn lange lage kop stond geen kam, maar alleen maar een benige bult die waarschijnlijk met een eeltlaag bedekt was. Misschien was die van nut bij een gevecht onder mannetjes.

Het vermoeden bestaat dat het succes van de Hadrosauriërs, zonder twijfel de best aangepaste Ornithopoda, in verband staat met het ontstaan en de verspreiding van de bedektzadige planten tijdens het Krijt. Hierdoor konden deze reeds heel veelzijdige dinosauriërs nog meer variatie brengen in hun menu.

TYRANNOSAURUS (12)

Zie p. 69

Reptielen: krokodillen

Deze twee fossiele krokodillen komen beide uit onze gewesten. Ze lijken op de huidige krokodillen en worden dan ook in de zelfde familie *Crocodylidae* ondergebracht. Ze waren waarschijnlijk eveneens weinig gespecialiseerde dieren die in en rond het water leefden.

CROCODYLUS DEPRESSIFRONS (21)

Ouderdom:	ca. 55 miljoen jaar (Cenozoïcum: Paleoceen)
Vindplaats:	Erquelinnes, België
Systematiek:	Klasse Reptilia
Menu:	vlees

EOSUCHUS LERICHEI (21)

Ouderdom:	ca. 55 miljoen jaar (Cenozoïcum: Paleoceen)
Vindplaats:	Jeumont (Noord-Frankrijk)
Systematiek:	Klasse Reptilia
Lengte:	47 cm (schedel)
Menu:	vlees (vis)

Reptielen: Schildpadden

EOCHELONE BRABANTICA (22)

Etymologie:	'Brabantse schildpad uit het Eoceen'
Ouderdom:	ca. 45 miljoen jaar (Cenozoïcum: Midden-Eoceen)
Vindplaats:	België
Systematiek:	Klasse Reptilia
Lengte:	50 cm (schild)
Menu:	vlees

Haar brede platte kop, een onderkaak zonder kauwvlak, de achteruitliggende inwendige neusholte wijzen erop dat de zeeschildpad *Eochelone* zachte prooien als kwalen at, die ze aan het oppervlak achterna joeg. Haar opperarmbeen was korter dan haar dijbeen, wat op een leven in volle zee duidt.

ERQUELINNESIA GOSSELETI (22)

Ouderdom:	ca. 55 miljoen jaar (Cenozoïcum: Paleoceen)
Vindplaats:	Erquelinnes (België)
Systematiek:	Klasse Reptilia
Lengte:	90 cm
Menu:	vlees

Op de driehoekige kaken van deze zeeschildpad bevindt zich een groot kauwoppervlak en de inwendige neusholte ligt achteraan: beide zijn aanwijzingen dat *Erquelinnesia* dieren met een dikke schelp at die ze rustig op de zeebodem zocht. Haar opperarmbeenderen en dijbeenderen zijn even lang, wat op een leven bij de kust duidt. *Erquelinnesia* heeft geen afstammelingen nagelaten.

TRIONYX sp. (22)

Etymologie:	'drie klauwen'
Ouderdom:	ca. 55 miljoen jaar (Cenozoïcum: Paleoceen)
Vindplaats:	Erquelinnes (België)
Systematiek:	Klasse Reptilia
Afmetingen:	Lengte: 90 cm Massa: 40 kg
Menu:	vlees

De fossiele schildpad waarvan hier een deel van het schild te zien is, leek vermoedelijk erg op die huidige zoetwaterschildpadden die het meest aan het waterleven aangepast zijn. *Trionyx* komt nu nog voor in Afrika en Noord-Amerika. Ze hebben een lange intrekbare nek en op hun schild liggen geen schubben meer. Het zijn levendige dieren die hun prooi beloenen.

EOSPHARGIS GIGAS (23)

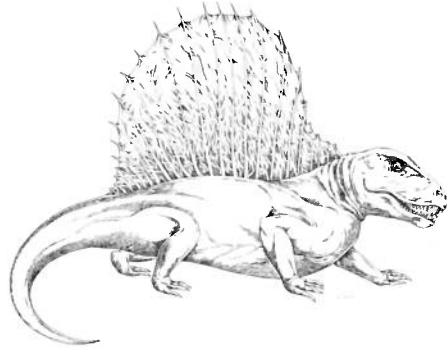
Ouderdom:	ongeveer 50 miljoen jaar (Cenozoïcum: Eoceen)
Vindplaats:	Quenast (België)
Systematiek:	Klasse Reptilia
Afmetingen:	Breedte: 1,30 m Lengte: 2,50 m
Menu:	planten

Van deze uitgestorven schildpad, een van de grootste uit de orde Chelonia of schildpadden, werd in 1906 in de kleigroeven van Quenast een bijna volledig skelet bovengehaald.

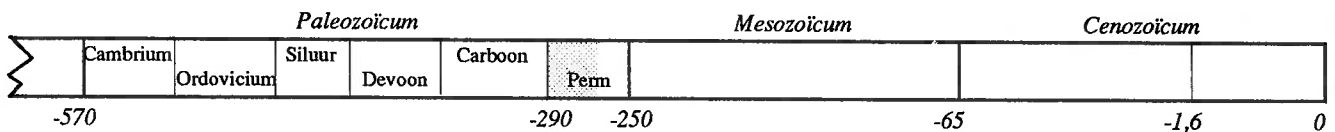
Eosphargis gigas behoort tot de lederschildpadden. Vandaag leeft slechts nog een soort van deze groep schildpadden. Ze zijn alle gekenmerkt door een taai lederachtig pantser dat niet met de ribben en wervels vergroeid is en slechts plaatselijk verbeningen vertoont.

Reptielen: Pelycosauriërs

DIMETRODON (24 en kindertentoonstelling)



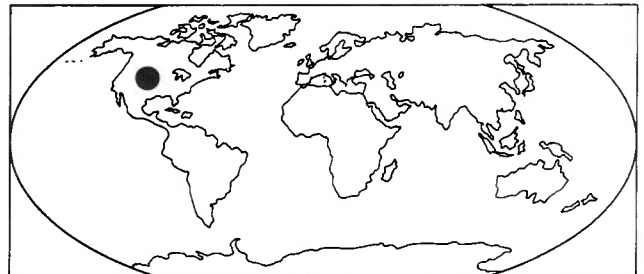
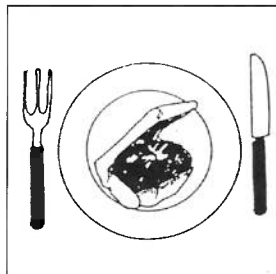
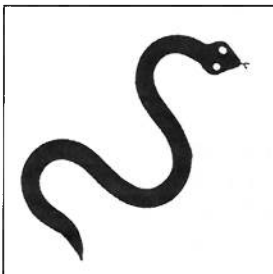
- Etymologie:** 'met 2 maten van tanden'
Systematiek: Klasse Reptilia, Onderklasse Synapsida, Orde Pelycosauria
Ouderdom: 290 tot 260 miljoen jaar (Paleozoïcum: Onder-Perm)
Verspreiding: Noord-Amerika
Afmetingen: Hoogte: 90 tot 120 cm Lengte: 2,5 m Massa: 70 kg
Menu: vlees



Deze dominante carnivoor uit het vroege Perm behoort niet tot de dinosauriërs maar tot de pelycosauriërs, een groep die meer dan 40 miljoen jaar vóór de eerste dinosauriërs leefde. De Pelycosauria lagen aan de basis van de ontwikkeling van de reptielen in de periode die men 'het tijdperk van de amfibieën' (einde van het Paleozoïcum) kan noemen. Uit deze organismen ontstonden de Therapsida, de heersers in 'het tijdperk vóór de dinosauriërs' (Mesozoïcum). Zij gaven op hun beurt het ontstaan aan een oorspronkelijk kleine groep organismen, de zoogdieren, die pas in het Cenozoïcum dominant werden.

Dimetrodon, die niet van de snelste maar wel indrukwekkend was, vertoonde een inplanting van de ledematen die later bij de dinosauriërs geperfectioneerd zou worden. Wat grootte betreft is *Dimetrodon* te vergelijken met een Komodo-varaan. De indrukwekkende tanden en het 'zeil' op de rug vormen de meest opvallende kenmerken.

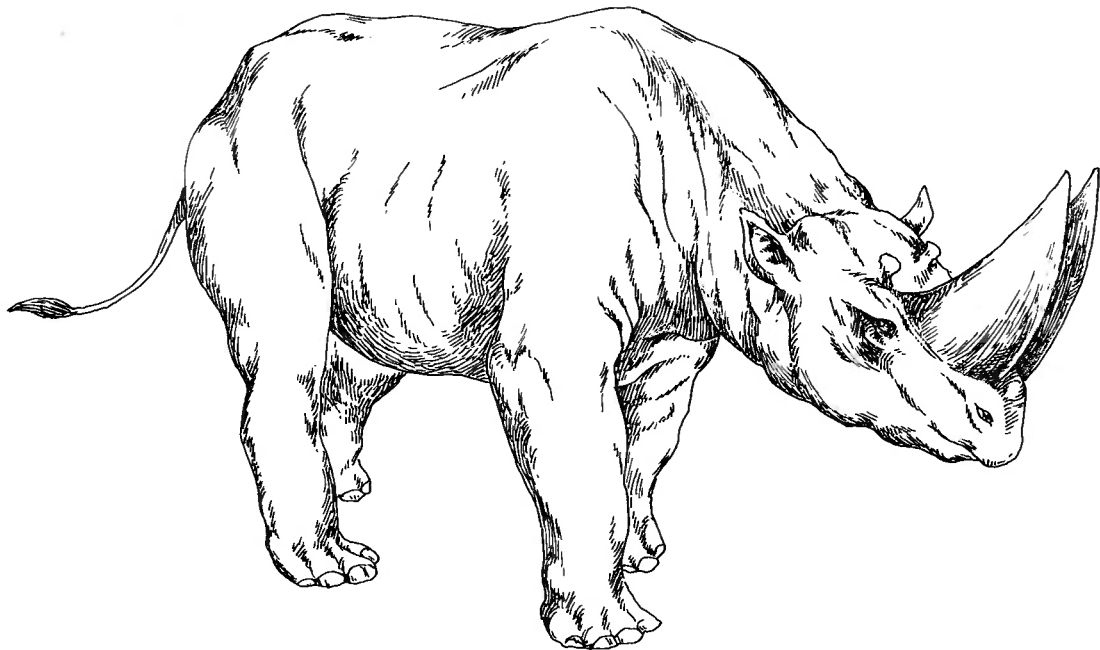
Over de functie van de rugplaat bestaan veel hypothesen. Diende dat rugzeil om zich te verdedigen (tegen wie?), om rivalen te intimideren of gewoon - waarom ook niet - om te zeilen? Waarschijnlijk functioneerde dit zeil als warmteregulator, zeg maar zonnecollector. Op zonnige dagen kon het dier opwarmen in de zon of afkoelen in de schaduw. Na een koude nacht richtte het verkrampte dier wellicht zijn zeil naar de zon om op die wijze snel op te warmen.



KOPIDODON (25)

Ouderdom:	ca. 50 miljoen jaar (Cenozoïcum: Eoceen)
Vindplaats:	Messel (Duitsland)
Systematiek:	Klasse Mammalia
Menu:	planten

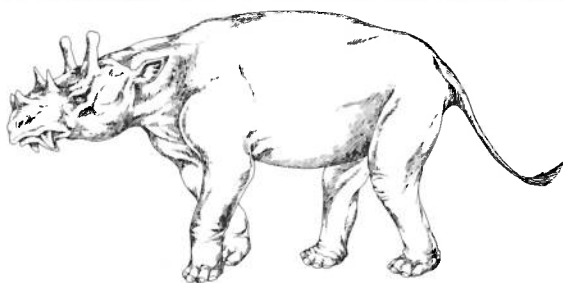
Dit kleine zoogdier behoorde tot de Condylarthra, een groep primitieve hoefdieren die vroeger voor primitieve vleeseters aanzien werden. Waarschijnlijk vormden ze een overgangsvorm... De vorm en stand van de poten wijst erop dat *Kopidodon* in de bomen leefde.

ARSINOITHERIUM ZITTELI (26)

Etymologie:	'robuust wild dier'
Ouderdom:	36,5 tot 27 miljoen jaar (Cenozoïcum: Onder-Oligoceen)
Vindplaats:	Fajoem (Egypte)
Systematiek:	Klasse Mammalia, Orde Embrithopoda, Fam. Arsinoitheriidae
Afmetingen:	Hoogte: 1,8 m (schoft) Lengte: 3,5 m
Menu:	planten

Tussen de neusgaten en de ogen bezat dit dier 2 kegelvormige hoorns. De gelijkenis met neushoorns is echter slechts oppervlakkig. De massieve bouw van het skelet en andere aanwijzingen laten vermoeden dat *Arsinoitherium* zich slechts langzaam kon verplaatsen en een leven leidde, vergelijkbaar met dat van nijlpaarden. Deze planteneter beschikte over een volledig gebit met hoogkronige kiezen. Wellicht verzamelde hij zijn voedsel in rivierbossen.

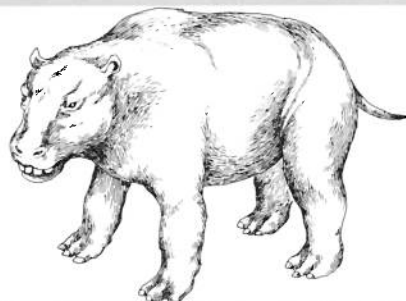
UINTATHERIUM MIRABILE (27)



Etymologie:	'prachtig wild beest van bij de Uinta-indianen'
Ouderdom:	ongeveer 40 miljoen jaar (Cenozoïcum: Midden-Eoceen)
Vindplaats:	Wyoming (Noord-Amerika)
Systematiek:	Klasse Mammalia, Orde Dinocerata, Fam. Uintatheriidae
Afmetingen:	Hoogte: 1,6 m Lengte: 3,3 m
Menu:	planten

Dit dier, dat ook op een neushoorn lijkt, was het grootste landzoogdier van zijn tijd. Het was zwaar gebouwd, met grove poten en brede voeten. De schedel droeg drie paar benige hoornvormige uitsteeksels. Vooral de mannetjes waren voorzien van een paar lange hoektanden in de bovenkaak, die bij deze planteneeter waarschijnlijk enkel dienden om te imponeren. De Uintatheriiden stierven uit in het Oligoceen, ongeveer 35 miljoen jaar geleden.

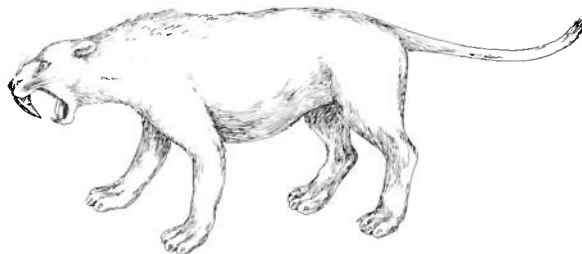
TOXODON PLATENSIS (27)



Etymologie:	'met gebogen tanden'
Ouderdom:	0,5 miljoen jaar tot 10.000 jaar (Cenozoïcum, Kwartair: Boven-Pleistoceen)
Verspreiding:	Zuid-Amerika (Argentinië)
Vindplaats:	Buenos Aires (Argentinië)
Systematiek:	Klasse Mammalia, Orde Notungulata
Afmetingen:	Hoogte: 1,45 m Lengte: 2,7 m
Menu:	planten

Toxodon, die ons aan een neushoorn doet denken, had een tonvormig lichaam en vrij korte, maar krachtige poten. Het was een zoolganger, voorzien van drietenige gehoefde voeten. Het lichaam helde lichtjes naar voren, omdat de achterpoten iets langer waren dan de voorpoten. Dit primitief hoefdier had waarschijnlijk een vlezig lip, waarmee zijn voedsel, dat voornamelijk bestond uit taaie pampagrassen, kon gegrepen worden. De hoogkronige kiezen hadden een open wortel: ze groeiden dus permanent, wat de snelle slijtage compenseerde.

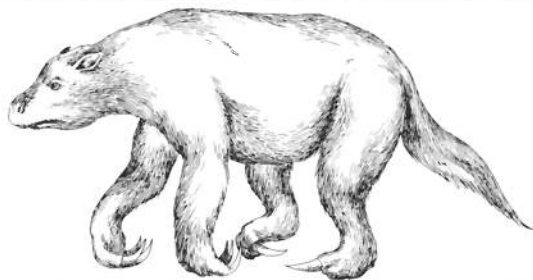
SABELTANDTIJGER (27)



Wetensch. naam:	<i>Smilodon neogaeus</i>
Etymologie:	'sabeltand van de Nieuwe Wereld'
Ouderdom:	0,5 miljoen tot 10.000 jaar (Cenozoïcum, Kwartair: Boven-Pleistoceen)
Verspreiding:	Noord-Amerika en Zuid-Amerika (Argentinië)
Vindplaats:	Buenos Aires (Argentinië)
Systematiek:	Klasse Mammalia, Orde Carnivora, Fam. Felidae
Afmetingen:	Hoogte: 1 m Lengte: 1,2 m
Menu:	vlees

De sabeltandtijger was een katachtig roofdier met sterk verlengde, dolkvormige hoektanden in de bovenkaken. Dit dier had sterke schouder- en nekspieren zodat het krachtige houwen kon uitdelen met de kop. De achterranden van de tanden waren fijn gekarteld, wat het doorboren van de prooi nog makkelijker maakte. Hij jaagde op trage dikhuidige dieren, zoals mammoeten en bizonen, die hij zware verwondingen toebracht tot ze doodbloedden.

REUZENLUIAARD

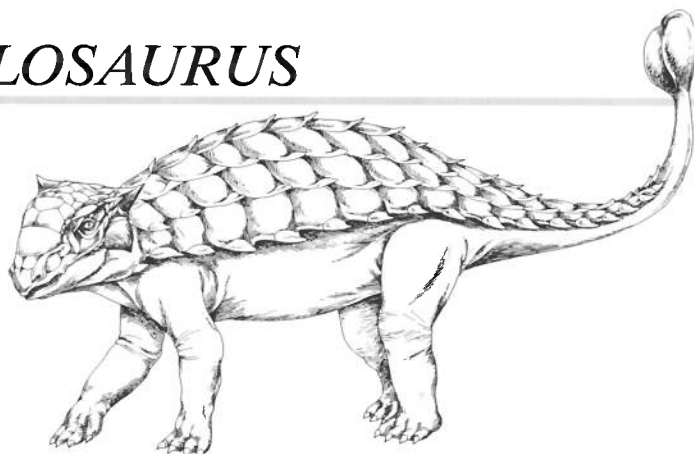


Wetensch. naam:	<i>Megatherium americanum</i>
Etymologie:	'groot wild beest van Amerika'
Ouderdom:	0,5 miljoen tot 10.000 jaar geleden (Cenozoïcum, Kwartair: Boven-Pleistoceen)
Verspreiding:	Zuid-Amerika (Argentinië, Patagonië, Bolivia en Peru)
Vindplaats:	Buenos Aires (Argentinië)
Systematiek:	Klasse Mammalia, Orde Edentata, Fam. Megatheriidae
Afmetingen:	Hoogte: 6 m Lengte: 3 m Massa: 3 ton
Menu:	planten

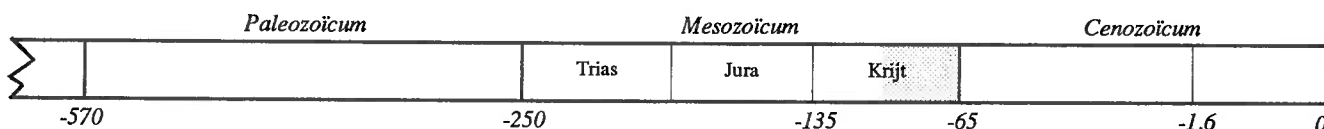
Deze reuzenluisaard was net als de recente luisaard een planteneter, maar hij had een andere levenswijze. Dit logge dier, zo groot als een olifant, was immers niet in staat om in bomen te klimmen. Wel kon hij zich oprichten, in evenwicht gehouden door de dikke staart. Met de voorpoten, die voorzien waren van 3 klauwen, kon hij de hogere takken naar omlaag trekken. *Megatherium* is de grootste bekende grondluisaard.

Tentoonstelling voor kinderen

ANKYLOSAURUS



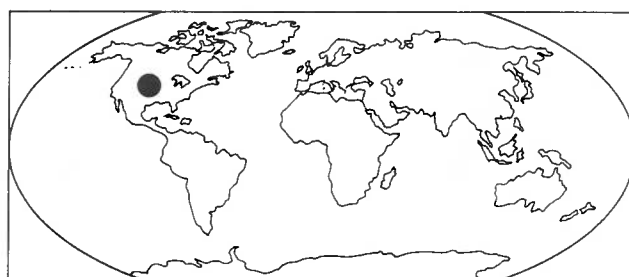
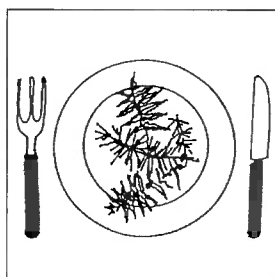
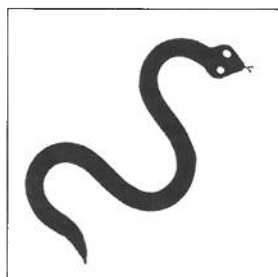
Etymologie:	'stijve hagedis'
Systematiek:	Klasse Reptilia, Orde Ornithischia, Onderorde Therapoda
Ouderdom:	95 tot 65 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Krijt)
Verspreiding:	Noord-Amerika
Afmetingen:	Hoogte: 1,80 m Lengte: 10 m Massa: 8 ton
Menu:	planten (zacht materiaal)



Dit is de grootste ankylosauriër of gepantserde dinosauriër die bekend is. Hij leefde op het einde van het tijdperk van de dinosauriërs. Net zoals de kleinere verwant *Euoplocephalus*, die wat vroeger heeft geleefd, was *Ankylosaurus* een levende tank, van kop tot staart beschermd door beenplaten en stekels. De punt van zijn staart was vergroeid tot een knotsvormige knuppel waarmee rake klappen werden uitgedeeld aan arge-loze rovers.

Ankylosaurus moet zeldzaam geweest zijn. Tot nu toe zijn slechts drie vondsten bekend, waaronder een schedeldak van meer dan 60 cm doormeter dat wellicht toebehoorde aan een dier van 10 m lang. Men heeft geen enkele reden om aan te nemen dat dit de grootste *Ankylosaurus* was die ooit heeft geleefd, hoewel hij merkkelijk groter was dan de andere bekende ankylosauriërs.

Zoals bij alle gepantserde dinosauriërs, waren de eerder kleine tanden van *Ankylosaurus* niet geschikt om harde planten te kauwen en te malen. Waarschijnlijk plukte hij met zijn platte verhoornde bek laaggroeiende planten die eventjes werden gekauwd alvorens ze door te slikken. De spiermaag bevatte kleine stenen waarmee het plantenmateriaal verder werd fijn gemalen. Waarschijnlijk beschikte *Ankylosaurus* ook over een enorme maag met een bacteriële flora die instond voor de vertering, zoals bij de huidige planteneters.



DIPLODOCUS

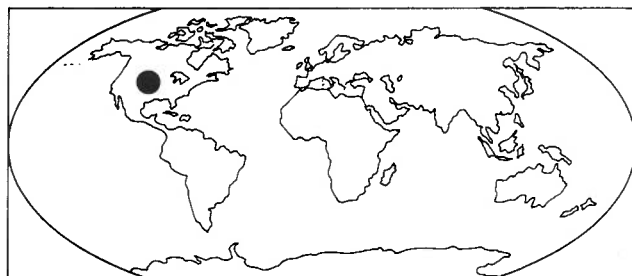
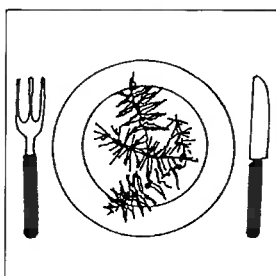
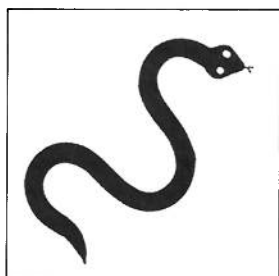


Etymologie:	'dubbele balk'
Systematiek:	Klasse Reptilia, Orde Saurischia, Onderorde Sauropodomorpha
Ouderdom:	152 tot 135 miljoen jaar (Mesozoïcum: Boven-Jura)
Verspreiding:	Westelijk deel van Noord-Amerika
Afmetingen:	Hoogte: 6 m Lengte: 27 m Massa: 10 ton
Menu:	planten

Hoewel *Diplodocus* erg lang was, was het een lichtgewicht in vergelijking met zijn verwanten *Apatosaurus* en *Brachiosaurus*, die korter waren maar zwaarder wogen. Hij beschikte over een lange beweeglijke nek van ongeveer 7 m en een extreem lange staart van 14 m. De kop daarentegen was in verhouding lachwekkend klein, amper 60 cm. Het skelet doet denken aan een immense hangbrug op vier massieve pijlers. Het betrekkelijk geringe gewicht werd bekomen door de sterk uitgeholde wervels, die door talrijke beenstutten toch stevig waren. Bovendien waren de botten gevuld met een luchtzakstelsel, in verbinding met de luchtwegen, dat als koelsysteem fungeerde. De staartwervels droegen een paar aambeelvormige uitgroeisels ('chevrons'), die de bloedvaten aan de onderkant van de staart beschermden. Naar die 'dubbele balk' werd dit reuzenreptiel genoemd.

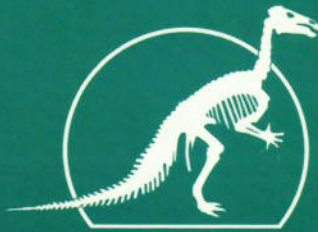
De aanwezigheid van maagstenen en het soort gebit, dat bestond uit lange stiftvormige tanden vooraan in de muil, wijzen erop dat *Diplodocus* zich voedde met zacht plantenmateriaal. Met behulp van zijn lange hals kon hij de toppen van de naaldbomen en reuzenvarens bereiken. Bovendien was hij in staat zich op zijn achterpoten op te richten.

Er waren weinig roofdinosauriërs, op de allosauriërs na, die groot genoeg waren om *Diplodocus* aan te vallen. Vanuit opgerichte houding stortte hij zich op zijn aanvaller of deelde met zijn staart forse zweepslagen uit.



Inhoudstafel

D. CAHEN: Dinosaurs & C°, Fossielen en robots	6
D. CAHEN: Dinamation international corporation: robotica en dinosauriërs	7
De levende wereld en de geologische tijdschaal	8
J. GODEFROID: Korte geschiedenis van de aarde en van het leven	11
M. GERMONPRÉ: Schubben, veren en melk: een zicht op de geschiedenis van de gewervelden	23
P. BULTYNCK: Evolutie van de dinosauriërs	35
G. LENGLET: De ontdekking van de dinosauriërs	51
G. LENGLET: Het verdwijnen van de dinosauriërs	55
G. LENGLET: Dinosauriërs: volksgeloof en wetenschappelijke feiten	61
F. MARTIN: De landplanten ten tijde van de dinosauriërs	63
Atlas Copco perslucht blaast nieuw leven in de prehistorie	65
EDUCATIEVE DIENST: Catalogus	67
Zaal van de iguanodons: plan	68
<i>Tyrannosaurus</i>	69
<i>Deinonychus</i>	70
<i>Parasaurolophus</i>	71
<i>Triceratops</i>	72
<i>Pachycephalosaurus</i>	73
<i>Corythosaurus</i>	74
<i>Apatosaurus</i>	75
<i>Allosaurus</i>	76
<i>Stegosaurus</i>	77
<i>Ultrasaurus</i>	78
Zaal van de maashagedissen: plan	79
Plesiosauriërs	81
Ichtyosauriërs	81
Maashagedissen	82
<i>Tylosaurus</i>	82
Maashagedissen in België	83
Zeeschildpadden	84
Zeelelies	86
Bernissart: plan	87
Bernissart is ook	87
<i>Iguanodon bernissartensis</i>	89
<i>Megalosaurus</i>	90
Vliegende reptielen	91
Evolutie van de gewervelde dieren: plan	92
Fossiele vissen	93
Amfibieën	96
Reptielen	99
Reptielen: Dinosauriërs	101
Reptielen: Krokodillen	107
Reptielen: Schildpadden	107
Reptielen: Pelycosauriërs	109
Tentoonstelling voor kinderen	113
<i>Ankylosaurus</i>	113
<i>Diplodocus</i>	114



DINAMATION
International Corporation