

Vautierstraat 29  
1000 Brussel

natural  
sciences  
.be



## DIDACTISCH DOSSIER



# Galerij van de Dinosaurussen

# INHOUD

## GALERIJ VAN DE DINOSAURUSSEN

---

<b>INLEIDING van de Galerij van de Dinosaurussen</b>	<b>4</b>
<b>PLATTEGROND van de Galerij van de Dinosaurussen</b>	<b>6</b>
<b>PARCOURS van de Galerij van de Dinosaurussen</b>	<b>7</b>
<b>ZONE 1 / Onder onze voeten</b>	
De iguanodons van Bernissart	8
De ontdekking van de iguanodons	11
Opgravingsites	13
Bernissart	
Bayan Mandahu	
Kundur	
Fossilisatie	17
Waar vind je dinosaurussen	18
<b>ZONE 2 / Levende dieren</b>	
Houding	19
Wat fossielen onthullen	
Houding en uitzicht van <i>Iguanodon bernissartensis</i>	
Voortbeweging en migraties	22
Wat fossiele voetsporen ons tonen	
Noordpool en Zuidpool	
Communicatie	24
Voortplanting	25
Aanval en verdediging	26
Voeding	27
<b>ZONE 3 / Nog bij ons?</b>	
De eerste dinosaurussen	31
Evolueer en vlieg	33
Met of zonder pluimen?	
Voordelen van pluimen?	
<i>Tyrannosaurus rex</i> : een rare vogel	
Evolutie en uitsterven	37
De ornithopoden	
De massa-extinctie op het einde van het Krijt	
Dino of geen dino?	42
Dino	
Geen dino	
Allen op hetzelfde moment?	44





# *Inleiding*

## *van de Galerij van de Dinosaurussen*

**De Galerij van de Dinosaurussen bevindt zich op de gelijkvloers (en een deel van de kelderverdieping) van de Janletvleugel. Dit gebouw werd van 2004 tot 2007 volledig gerenoveerd en de delen toegankelijk voor het publiek werden zo goed mogelijk naar authenticiteit gerestaureerd. Het doel van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen was om deze restauratie te koppelen aan een hedendaagse museologie met als vereiste verstaanbaarheid, interactiviteit en gebruiksvriendelijkheid.**

Het is de grootste galerij in Europa gewijd aan dinosaurussen. De zaal beantwoordt de vragen die naar boven komen bij het observeren van de specimens, zowel authentieke skeletten als afgietsels (geen animatronics of andere dino-robots).

**De inhoud focust zich op drie grote delen:**

**Onder onze voeten:** hoe en waar de opgravingen plaatsvinden en wat ze ons vertellen over de wereld van dinosaurussen.

**Levende dieren:** hoe dinosaurussen bewogen, aten, zichzelf verdedigden ...

**Nog bij ons?** Hoe de meeste dinosaurussen verdwenen terwijl sommige evolueerden tot vogels.

Deze permanente tentoonstelling heeft als doel om onze kennis van dinosaurussen over te brengen aan een breed publiek. Daarom werd een breed scala aan media gebruikt: films, maquettes, activiteiten voor alle leeftijden, touchscreens, duidelijke en beknopte teksten ... gebaseerd op de collecties van het KBIN.

De Galerij van de Dinosaurussen is ontworpen om zowel kinderen als volwassenen aan te spreken. Elke bezoeker kan een opgravingslocatie verkennen, een fossiel opgraven, levensgrote replica's van dinosaurusbotten manipuleren, maar ook interviews bekijken met gerenommeerde paleontologen, het opnemen tegen een virtuele *Pachycephalosaurus*, een cladogram leren lezen ... en uiteraard genieten van de vele dinosaurusskeletten.

Een uitbreiding van de Galerij van de Dinosaurussen was gewijd aan de installatie van een uniek en innovatief educatief hulpmiddel: het paleoLAB. Al doende leert men en daarom kunnen kinderen hier spelenderwijs in de schoenen van een echte paleontoloog kruipen.

Het paleoLAB biedt een veertigtal activiteiten aan om individueel of in teamverband onder leiding van een animator uit te voeren: authentieke fossielen opgraven, dinosaurustanden en kaken matchen, een *Stegosaurus*-skelett samenstellen, een mineralenmemory spelen of de bibliotheek doorzoeken om het antwoord op je vragen te vinden. De animator is er om je persoonlijke ontdekkingen te begeleiden en aan te vullen met uitleg.

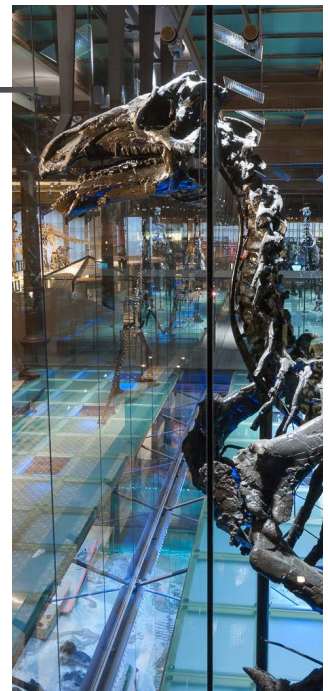
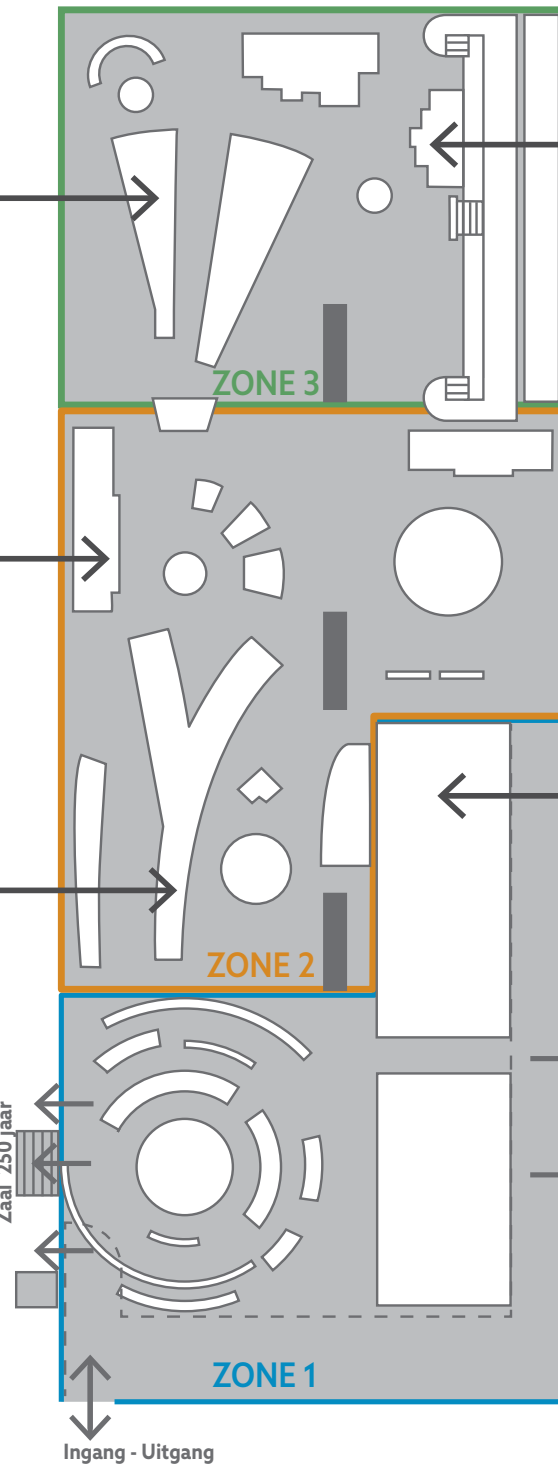
Praktische informatie is beschikbaar op [www.naturalsciences.be](http://www.naturalsciences.be).

Je vindt ook ons educatieve aanbod onder de rubriek 'scholen'.



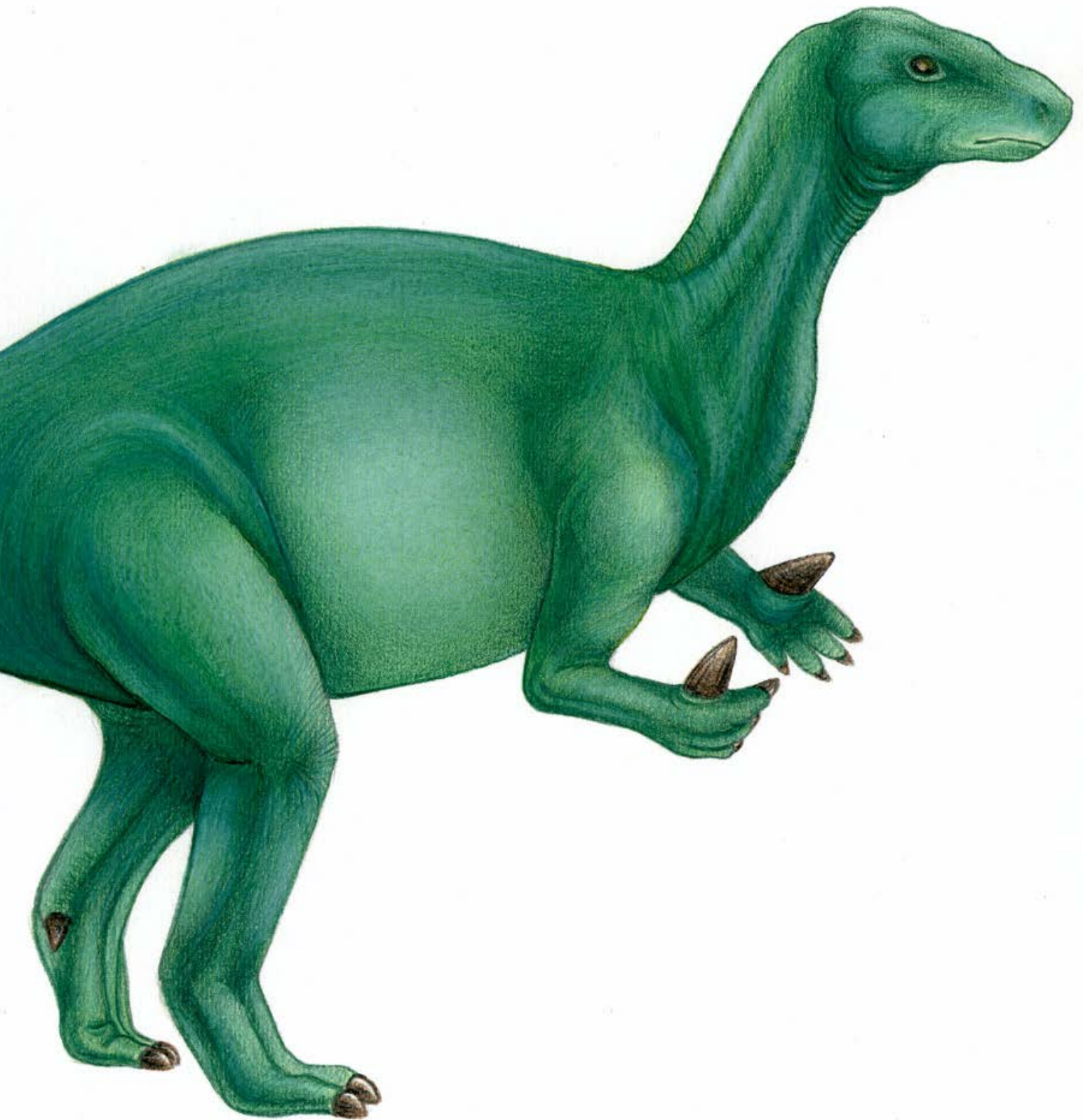
# Plattegrond

## van de Galerij van de Dinosaurussen



# *Parcours*

*van de Galerij van de Dinosaurussen*



**De hoofdingang van de Galerij van de Dinosaurussen komt uit op de mezzanine. Je hebt een prachtig uitzicht op de zaal waar een vlucht opgezette vogels je verwelkomt en uitnodigt om je naar de kooi van de iguanodons aan de rechterkant te begeven. De liften en trappen die toegang bieden tot de begane grond en het souterrain bevinden zich naast de kooi. Laat het bezoek beginnen!**

## ZONE 1

### ONDER ONZE VOETEN

**Deze zone is verdeeld over drie niveaus.**

In de glazen kooi en op de mezzanine worden **de iguanodons**, iconische skeletten van ons museum, onthuld.

Het verhaal van hun **ontdekking in Bernissart** wordt verteld in de kelder van de galerij.

Op de begane grond ontdek je wat onze paleontologen hebben opgegraven op verschillende **plekken** (België-China-Rusland). Ook leer je er de principes van fossilisatie kennen!

## De iguanodons van Bernissart

**Belangrijke data in de studie van dinosaurussen**

- 1822:** *Megalosaurus* onderkaak, de eerste dinosaurus die een naam kreeg (gravure)
- 1825:** Tanden van *Iguanodon*, de tweede beschreven dinosaurus (gravure)
- 1841:** Richard Owen creëerde het woord "dinosaur" - verschrikkelijk reptiel - (foto Owen)
- 1854:** Beelden van de eerste realistische dinosaurussen in Crystal Palace Park, Londen (foto)
- 1858:** *Hadrosaurus*, de eerste gereconstrueerde dinosaurus (foto)
- 1878:** Ontdekking van Bernissart iguanodons (foto van fossielen + tekst)
- 1880:** Tekeningen van G. Lavalette met iguanodons en een krokodil in hun vindpositie

**De kooi van de iguanodons van Bernissart**

Een nieuwe, ruime kooi van glas verwelkomt sinds 2007 negen iguanodons in hun historische houding, zoals een kangoeroe. De plaatsing werd gekozen op basis van de meest opmerkelijke anatomische details die worden waargenomen: de best bewaarde schedel, de meest complete ruggengraat, de meest gedetailleerde ribbenkast ...



De kooi van de iguanodons van Bernissart



## De tekeningen van Lavalette

In de ramen langs de kooi zijn reproducties te zien van tekeningen die door Gustave Lavalette in de jaren 1880 zijn gemaakt.

De tekeningen tonen in detail hoe verschillende iguanodons en een krokodil in de Bernissart-mijn werden teruggevonden.

### Vier anekdotes over de iguanodons en hun kooi

1. Het allereerste opgestelde exemplaar is een *Iguanodon bernissartensis*. Al in 1883 werd het tentoongesteld op de binnenplaats van het voormalige Hôtel de Nassau, in een glazen kooi die bedoeld was om het tegen de elementen te beschermen. Al snel voegden we een tweede exemplaar toe, de kleine *Iguanodon atherfieldensis*, en verschillende fossielen van dieren en planten, ook uit de Bernissart-mijn.

2. In deze zaal werden sinds 1905 iguanodons gehuisvest. Maar tot 1932 werden ze niet in een glazen kooi tentoongesteld! Blootgesteld aan variaties in temperatuur en vochtigheid vielen ze langzaam maar zeker uit elkaar. Daarom werden van 1933 tot 1937 alle exemplaren uit elkaar gehaald en gedrenkt in een beschermend mengsel van alcohol en schellak. Deze behandeling voegde een lichte bruinachtige tint toe aan de oorspronkelijke zwarte kleur van de skeletten.

3. In 1940 werden de iguanodonskeletten weer ontmanteld: men vreesde dat ze tijdens de bombardementen beschadigd of vernietigd zouden worden. Ze werden daarom opgeslagen in kelders waarvan de openingen werden afgesloten door zakken zand. Maar het was daar zo vochtig dat we ze voor het einde van de Tweede Wereldoorlog terug naar de zaal brachten!

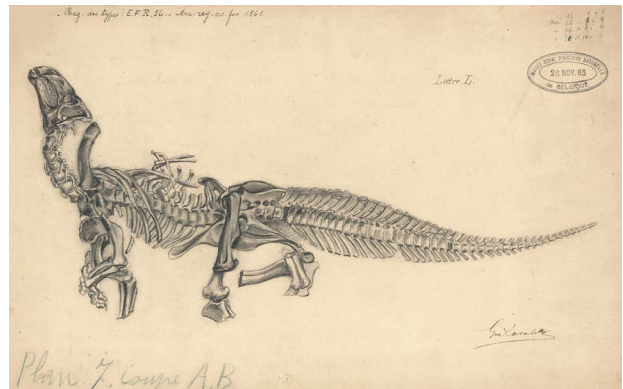
4. De acht exemplaren van *Iguanodon bernissartensis* die in deze kooi worden tentoongesteld, vertonen grote variaties in grootte: ze variëren van 629 tot 730 cm lang en van 390 tot 506 cm hoog! Het enkele exemplaar van *Iguanodon atherfieldensis* is aanzienlijk kleiner: hij is 391 cm lang en 362 cm hoog.

### Het geval van *Iguanodon atherfieldensis*

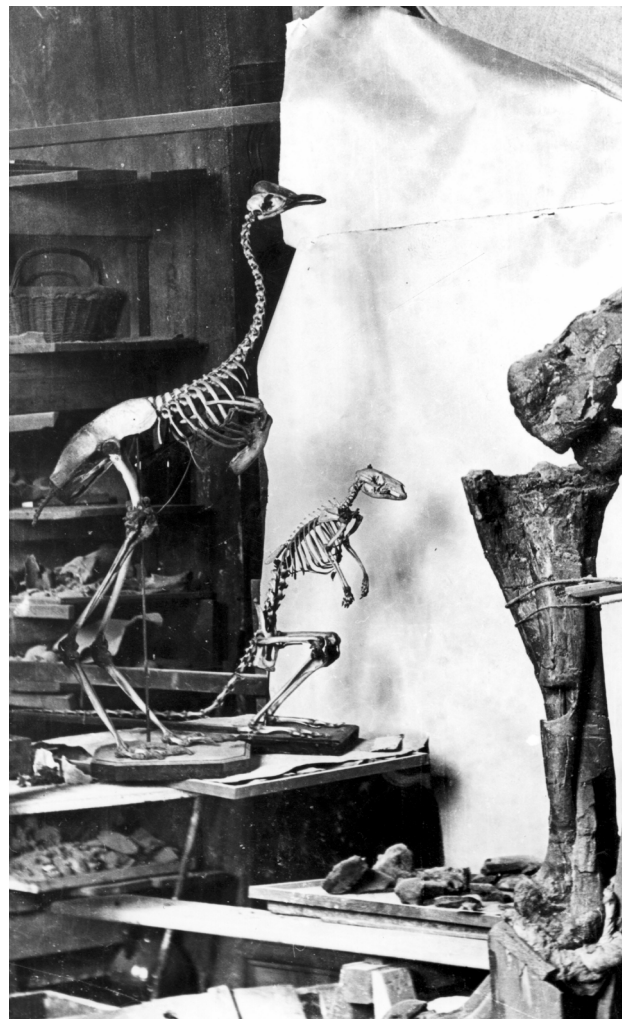
Wetenschappers zijn het er niet over eens!

Dit exemplaar is veel kleiner dan de andere. Zou het een *Iguanodon mantelli* onder de *I. bernissartensis* kunnen zijn, zoals Boulenger en Dollo in de jaren 1880 beweerden? Of een man onder de vrouwen, wat Nopsca in 1929 voorstelde? Of een jongere onder de volwassenen? Norman, die het exemplaar in 1986 opnieuw *I. atherfieldensis* heeft gedoopt, is genuanceerder. Voor hem kunnen we deze hypothese niet ontkennen of bevestigen op basis van de skeletten alleen.

Het lijkt erop dat het verhaal van *Iguanodon atherfieldensis* nog niet voorbij is, aangezien deze soort al twee keer werd hernoemd sinds de renovatie van de galerij: eerst als *Dollodon bambigi* en later als *Mantellisaurus atherfieldensis* (door Norman in 2012).



Tekening van G. Lavalette (1883): *Iguanodon bernissartensis* zoals gevonden in de Sint-Barbara put



Skeletten van een casuaris en een kangoeroe die gebruikt werden als sjablonen tijdens de eerste montage

### Hoe zit het dan met deze *Iguanodon*?

Het skelet verschilt enigszins van dat van *Iguanodon bernissartensis*. Maar om er zeker van te zijn dat ze tot verschillende soorten behoren, zou het nodig zijn om ze te laten paren (als ze zich onderling kunnen voortplanten en als hun nakomelingen niet steriel zijn, behoren ze tot dezelfde soort). Dat kan natuurlijk niet met dieren die al miljoenen jaren dood zijn! Het mysterie blijft dus intact ...

#### TE BEKIJKEN:

#### *Iguanodon bernissartensis* -128 MJ > -125 MJ

Bernissart, België (originelen)

Hoewel ze verschillende keren zijn opgezet en gedemonteerd, worden de *Iguanodon*'s nog steeds weergegeven in die tweevoetige kangoeroe-achtige positie die ze kregen toen ze voor het eerst werden opgezet.

#### *Iguanodon atherfieldensis* -128 MJ > -125 MJ

Bernissart, België (origineel)

#### Genaturaliseerde vogels tijdens de vlucht

**Gravure** met afbeelding van een onderkaak van *Megalosaurus*

**Gravure** met de tanden van *Iguanodon*

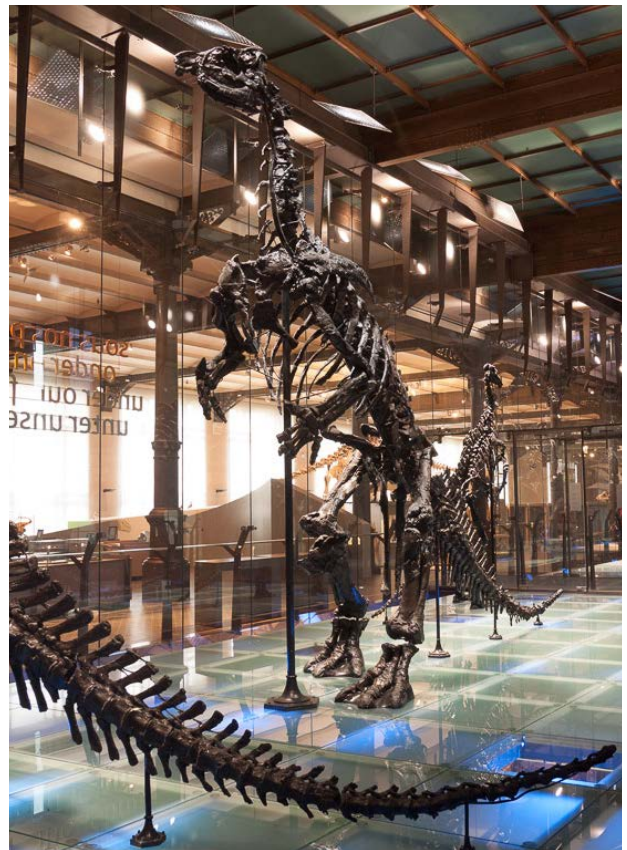
**Foto's** van Richard Owen, Louis Dollo en George Albert Boulenger

**Foto van *Iguanodon*-beelden** van Crystal Palace Park, Londen

**Foto van het eerste *Hadrosaurus*-skelet** gemonteerd in een realistische positie

**Tekeningen van G. Lavalette:** fossielen zoals ze gevonden werden in de Sint-Barbara put (1883)

**Tekeningen van *Iguanodon bernissartensis* en *Iguanodon atherfieldensis*** met de belangrijkste anatomische verschillen



*Iguanodon bernissartensis*

# De ontdekking van de iguanodons

## Een toevallige ontdekking

Het verhaal begint eind maart 1878 in de steenkoolmijn van Bernissart, in de Sint-Barbara put. Mijnwerkers graven een tunnel van 322 m diep wanneer ze een laag klei tegenkomen. In plaats van er omheen te gaan, besluiten ze erdoor te graven ... en stuiten op wat boomstammen gevuld met goud lijken! Het zijn eigenlijk *Iguanodon*-botten die gevuld zijn met pyriet, een mineraal met goudachtige reflecties. Op 12 april 1878 werd het Koninklijk Natuurhistorisch Museum van België per telegram op de hoogte gebracht van de ontdekking.

## Drie jaar hectische opgravingen

Op 15 mei 1878 begon het team van Louis De Pauw met opgravingen op een diepte van 322 m. In augustus worden ze door een aardbeving twee uur lang opgehouden. Op 22 oktober dwong een overstroming hen om terug te keren naar de oppervlakte, waarbij ze gereedschappen en fossielen achterlieten! Voor de zekerheid werden de opgravingen pas zes maanden later hervat, op 12 mei 1879. Uiteindelijk kwamen ze tot stilstand in 1881, kort na de ontdekking van nog meer iguanodons op een diepte van 356 m.

## Iguanodons in blokken

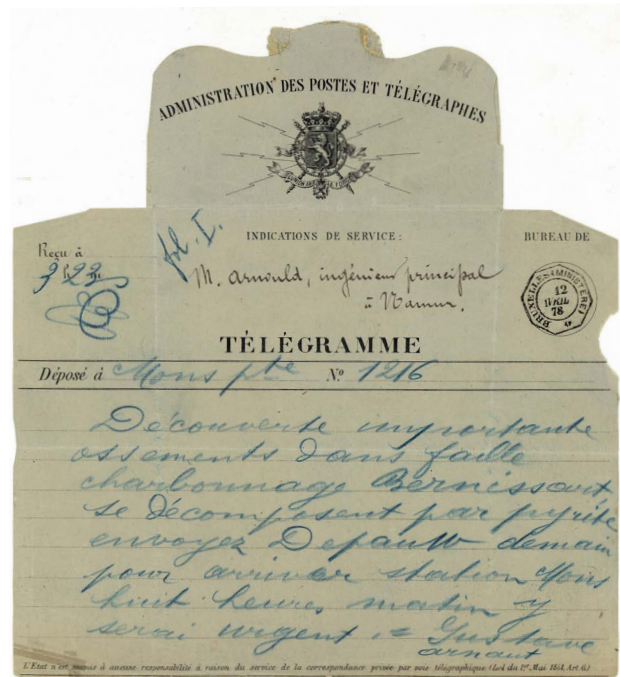
Door het pyriet waarmee ze gevuld zijn, brokkelen de botten in de open lucht af. De Pauw moet dus een manier vinden om ze te beschermen totdat ze in het laboratorium van het beruchte mineraal verlost zijn: hij laat ze inpakken met nat papier en gips. Maar omdat de skeletten niet in hun geheel kunnen worden ingepakt en vervoerd, worden ze verdeeld in blokken van 0,5 tot 2 m. Elke blok krijgt een letter en nummer toegewezen, zodat ze exact weten bij welk *Iguanodon* exemplaar dit hoort.

## De "Cran" van de iguanodons

Dit is de naam die wordt gegeven aan de kleilaag waarin ze lagen. Daar werden op 322 m diepte verschillende galerijen gegraven. Bij de ingang van de hoofdgalerij vinden ze twee iguanodons verticaal, de schedel naar beneden. De andere skeletten, meer in het midden, liggen ongeveer horizontaal. Als ze worden opgegraven, worden ze verdeeld in blokken. Deze - bijna 600 in totaal! - worden gepleisterd en in paardenkarren naar de oppervlakte gebracht.

## In de laboratoria van het museum

Er zijn 37 transporten nodig om deze 130 ton fossielen, gips en ijzeren frames (ze versterken de grootste blokken) naar Brussel te brengen. Daar, in de laboratoria van het museum, ondergaan de iguanodons een serieuze behandeling! Technici bevrijden ze uit de sedimenten die hen omringen en ontdoen ze van het pyriet dat ze bevatten. Ze weken de fossielen in een bad van sterk kokende lijm om ze te verstevigen. En uiteindelijk worden ze met aluminiumfolie bedekt om ze te beschermen tegen vocht.



Telegram van 12 april 1878



Mijn van Bernissart: reconstructie van de galerijen die op een diepte van 322 m werden gegraven

### De eerste montage van een *Iguanodon*

In 1882 begon De Pauw onder leiding van Louis Dollo met het samenstellen van de meest complete exemplaren «in vermoedelijke levensechte houding». Gezien hun grootte is een kamer met een hoog plafond nodig: het wordt de Sint-Joriskapel (nu onderdeel van de Koninklijke Bibliotheek). Ze bouwden een steiger waaraan touwen hangen: door hun lengte aan te passen, krijgt elk bot zijn meest natuurlijke positie. Ten slotte wordt het skelet, eenmaal gemonteerd, voorzien van een ijzeren frame.

#### TE BEKIJKEN:

**Verschillende authentieke en zo goed als complete exemplaren van *Iguanodon bernissartensis*** in «vindpositie» (d.w.z. zoals ze in de mijn werden gevonden)

**4 Diorama's in 2D** die verschillende stadia illustreren: van ontdekking tot eerste opstelling

**Reproductie** van het telegram van 12 april 1878

**De mijn van Bernissart:** reconstructie van de galerijen gegraven op -322m (model)

**Mijnwerkersgereedschap** (begin 20e eeuw)



Montageatelier in de Sint-Joriskapel (1882)



Diorama met Louis Dollo en Louis De Pauw die de eerste *Iguanodon* monteren

# Opgravingsites

## BERNISSART

### In de tijd van de iguanodons

Er waren niet alleen dinosaurussen in Bernissart: er zijn ook duizenden fossielen van dieren en planten opgegraven! Dit zijn allemaal aanwijzingen voor het soort klimaat en omgeving waarin de iguanodons leefden. Maar wat waren ze?

Om dit te weten te komen, kan je de tentoongestelde exemplaren in de vitrines "Andere schatten van Bernissart" bekijken.

### TE BEKIJKEN:

#### De andere schatten van Bernissart -128 MJ > -125 MJ

(originele fossielen)

*Aethalionopsis robustus* (vis)

*Amiopsis dolloi* (vis)

*Bernissartia fagesii* (krokodil)

*Callopterus insignis* (vis)

*Chitracephalus dumonii* (zoetwaterschildpad)

*Coccolepis macropterus* (vis)

*Goniopholis simus* (krokodil)

*Hylaebatrachus croisii* (salamander)

*Hylaeoneura lignei* (cicade)

*Lepidotes bernissartensis* (vis)

*Macromesodon bernissartensis* (vis)

*Pattersonella formosa* (vis)

*Peltochelys duchasteli* (zoetwaterschildpad)

*Pinoxylon* (fragment van naaldhout)

*Pityostrobus bernissartensis* (kegel)

Teenkootje van een theropode

*Weichselia reticulata* (varen)

**Tekening** van *Weichselia reticulata*

**Tekening** van vissen van Bernissart

**Tekening** van *Hylaeoneura lignei*

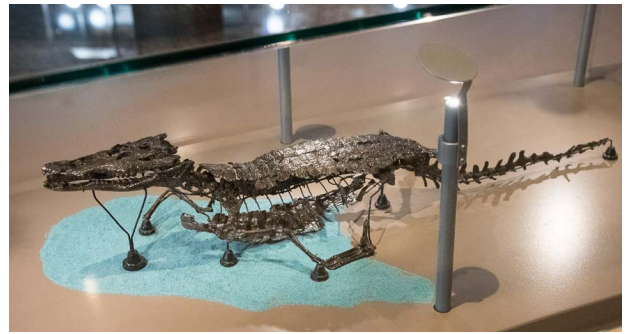
### TE DOEN:

**Bernissart** ten tijde van de iguanodons.

Kies het juiste landschap uit de verschillende tekeningen die op de rollen worden weergegeven.

### Niet gesloten zaak

Hoe verklaar je dat er zoveel iguanodons op één plek zijn? Vanaf het einde van de 19e eeuw bedachten wetenschappers rampscenario's om deze vraag te beantwoorden. Maar vandaag lijkt het erop dat niet alle iguanodons tegelijkertijd stierven: sommige skeletten lagen in verschillende lagen klei, die op verschillende tijdstippen werden afgezet.



*Bernissartia fagesii*



Teenkootje van een theropode



*Aethalionopsis robustus*



*Pattersonella formosa*



*Hylaebatrachus croisii*

## TE BEKIJKEN:

**De dood van *Iguanodon*** (bas-reliëf): verschillende rampscenario's die proberen uit te leggen waarom er zoveel iguanodons op één plek zijn.

### Zijn er nog iguanodons in Bernissart?

De skeletten van de *Iguanodon* zijn niet meer toegankelijk: ze liggen meer dan 300 m diep en de schachten die ernaartoe leiden zijn al jarenlang opgevuld en verzegeld! Maar in 2002 en 2003 ondernam het Departement Mijnbouwkunde van de Polytechnische Faculteit van Bergen kernboringen ter hoogte van de "Cran des Iguanodons". Het doel was om het gebied duidelijker af te bakenen en te kijken of er nog iguanodons zaten. De resultaten? Een 3D-model van de site en boorkernen met onthullende inhoud: er zijn nog iguanodons in Bernissart!



De dood van *Iguanodon* (bas-reliëf)

## TE BEKIJKEN:

**Twee boorkernen** uit de Cran des Iguanodons. Met andere woorden, er zitten waarschijnlijk nog iguanodons in deze afzetting ... maar in welke staat?



Twee boorkernen met sedimenten afkomstig uit de "Cran des Iguanodons"

## TE DOEN:

### Le Cran des Iguanodons (3D-modellering)

#### Technologie ten dienste van de paleontologie

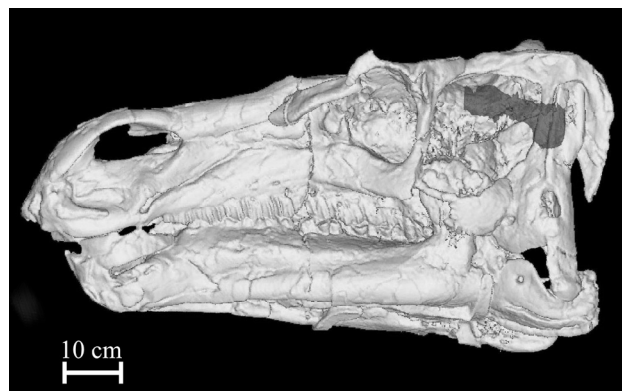
Met behulp van computerondersteunde tomografie (CT-scan) is de schedel van een *Iguanodon bernissartensis* vanuit alle hoeken te zien, zelfs van binnenuit! En dankzij optische en elektronenmicroscopen kunnen we stuifmeel en plantensporen in de klei van Bernissart bestuderen. Door deze vondsten te vergelijken met bepaalde stuifmeelkorrels die in Engeland zijn gevonden, is het mogelijk geweest om de datering van deze afzetting te verfijnen.

## TE BEKIJKEN:

**Macrofoto's** van varensoren en versteende stuifmeelkorrels

## TE DOEN:

*Iguanodon bernissartensis* schedel (3D-modellering)



3D-model van de schedel van een *Iguanodon*.

## BAYAN MANDAHU, Binnen-Mongolië, China

### Dinosaurusverhalen

1. Gestorven in volle strijd! Dit is wat er gebeurde met deze twee dinosaurussen: de vleesetende *Velociraptor* had de lange klauw van zijn achterpoot in de buik van *Protoceratops* gestoken, terwijl de herbivoor met zijn krachtige bek de voorpoot van zijn aanvaler vasthield!

2. Kreeg *Oviraptor* een verkeerde naam? Lange tijd werd aangenomen dat deze carnivoor op broedsels van *Protoceratops* aasde, vandaar de naam: *Oviraptor philoceratops*, "de eierdief die van ceratopsiden houdt". Echter, in 1990 ontdekten paleontologen er een die op een nest lag: hij was waarschijnlijk gestorven terwijl hij zijn eigen eieren aan het uitbroeden was ...

3. Er waren al zoogdieren in de tijd van de dinosaurussen, maar ze waren klein (minder dan 50 cm). Op basis van hun tanden wordt aangenomen dat de twee exemplaren aan de zijkant van de kast zich voedden met harde vegetatie.



Bayan Mandahu, Binnen-Mongolië, China

### TE BEKIJKEN:

**Schedel van *Velociraptor mongoliensis* -75 MJ > -70 MJ**  
Shabarakh Usu, Binnen-Mongolië, China (afgietsel)

**Schedel van *Protoceratops hellenikorhinus***  
-75 MJ > -70 MJ, Bayan Mandahu, Binnen-Mongolië, China (afgietsel)

***Oviraptor philoceratops*, juveniel -75 MJ > -70 MJ**  
Bayan Mandahu, Binnen-Mongolië, China (sculptuur)

***Kryptobaatar mandahuensis* -75 MJ > -70 MJ**  
Bayan Mandahu, Binnen-Mongolië, China (afgietsel)



Schedel van *Protoceratops hellenikorhinus*

### Begraven in het zand

Er werden veel complete skeletten opgegraven te Bayan Mandahu, China. Het sediment waarin ze zaten, een zandsteen bestaande uit zeer fijn zand, geeft aan dat de locatie destijds dicht bij een woestijn lag.

*Pinacosaurus*, *Oviraptor*, *Zangerlia* ... werden waarschijnlijk gevangen door de zandstormen die door het gebied in het Laat-Krijt raasden. Of misschien werden ze verrast door de ineenstorting van onstabiele duinen ...

### Slachtoffers van het zand!

1. *Zangerlia*, de landschildpad, was waarschijnlijk begraven onder een duin: hij was zo snel bedekt met zand dat zijn kop en poten niet eens in zijn schild waren teruggetrokken!

2. De ankylosaurus *Pinacosaurus* had zijn hoofd en rug bedekt met benige platen. Ze waren een effectief pantser tegen roofdieren ... maar niet tegen de zandstorm die hem overspoelde!



*Kryptobaatar mandahuensis*

## TE BEKIJKEN:

**Zangerlia neimongolensis** -75 MJ > -70 MJ  
Bayan Mandahu, Binnen-Mongolië, China (afgietsel)

**Pinacosaurus mephistocephalus** -75 MJ > -70 MJ  
Bayan Mandahu, Binnen-Mongolië, China (afgietsel)

De dood van **Pinacosaurus** (bas-reliëf)

## TE DOEN:

**Zandstormen** bedekken of onthullen willekeurig fossiele skeletten (interactief)

KUNDUR, Rusland

### Meegesleept door een modderstroom

Tijdens moessons verwoestten modderstromen die vanuit de omliggende gebergten kwamen vaak de Kundur-regio van Rusland. De dinosaurussen die ze op hun pad tegenkwamen, hebben het niet overleefd. Waar de stroming minder sterk was, door een rots of boomstam, stapelden hun lichamen zich op, volledig ontbonden en door elkaar gehaald, en vormden gigantische mikado's die 'bottenlagen' worden genoemd.

## TE BEKIJKEN:

De dood van **Olorotitan** (bas-reliëf)

**Reconstructie** van een perceel van de opgravingsplaats van Kundur

**Kundur's bottenlagen** (model)

## TE DOEN:

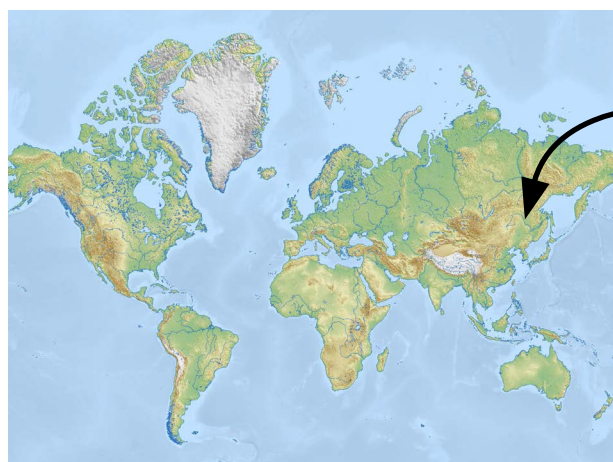
**Het ontstaan** van de Kundur-bottenlagen (3D-animatiefilm)

**Van de ene opgraving naar de andere** (video van de opgravingen uitgevoerd in China en Rusland door RBINS)  
**In de laboratoria van het Instituut** (video)

**Wat is dit bot?** Identificeer 3 botten door ze te manipuleren en te vergelijken met verschillende tekeningen (interactief).



Zangerlia neimongolensis



Kundur, Rusland



Zandbak



**Zandbak** voor de allerkleinsten: graaf zelf een fossiel op!

## Fossilisatie

### Wat is een fossiel?

Alle overblijfselen of afdrucken van een organisme (dier, plant ...), die bewaard zijn in een sedimentair gesteente zoals zandsteen of kalksteen. De meest voorkomende zijn botten, tanden, schelpen maar ook eieren, uitwerpselen (coprolieten), planten, insecten, voetafdrukken ...

### TE BEKIJKEN:

#### **Chiroptera indet.** -47 MJ

Messel, Duitsland (origineel)

#### **Dinosauruseieren** -75 MJ > -70 MJ

Bayan Mandahu, Binnen-Mongolië, China (origineel)

#### **Dryophyllum dewalque** -61 MJ > -58 MJ

Overbroek, België (origineel)

#### **Gastropoden** -183 MJ > -180 MJ

Dudelange, Groothertogdom Luxemburg (originelen)

#### **Houtfragment** -89 MJ > -66 MJ

Montzen, België (origineel)

#### **Insecten in barnsteen** -2 MJ

Madagascar (originelen)

#### **Probactrosaurus** -130 MJ > -120 MJ

Dashuiguo, Binnen-Mongolië, China (origineel)

#### **Smerdis macrurus** -35 MJ > -30 MJ

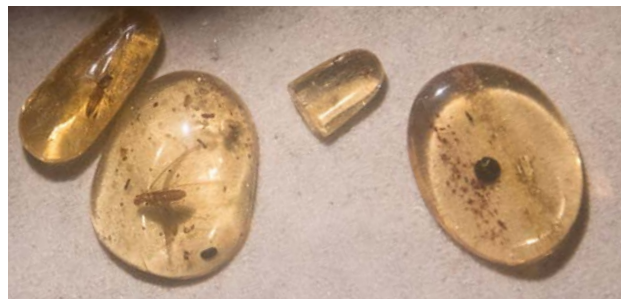
Provence, Frankrijk (origineel)

### TE DOEN:

**Iguanodon bernissartensis** duim met een pyrietbal

**Interview met Armand de Ricqlès** over het proces van fossilisatie (film)

**Van dinosaurus tot schat** (touchscreen)



**Insecten in barnsteen**



**Chiroptera indet.: vleermuis**



**Dryophyllum dewalque: afdruk van een blad**

## Waar vind je dinosaurussen?

### Toevallige ontdekkingen van nieuwe sites

Vaak worden nieuwe dinosaurusvindplaatsen bij toeval ontdekt! In Bernissart waren de mijnwerkers steenkool aan het winnen toen ze de iguanodons tegenkwamen. In Kundur hebben bulldozers tijdens het verbreden van een weg de eerste overblijfselen van *Olorotitan* blootgelegd. In Aix-en-Provence worden tijdens grondwerkzaamheden regelmatig dinosaurusnesten aan het licht gebracht ...

### TE BEKIJKEN:

**Kaart** van de belangrijkste dinosaurusgebieden

### TE DOEN:

**Waar zijn fossielen verscholen?** Schaakbord van verkenning: om fossielen in het veld te spotten, heb je goede ogen nodig ... en intuïtie (interactief)

**Waar vind je dino's?** (touchscreen)



Dinosauruseieren



Kaart met belangrijke dinosaurusvindplaatsen

## ZONE 2

# LEVENDE DIEREN

**Uit de studie van dinosaurusbotten kunnen we veel afleiden over hoe deze dieren leefden.**

## Houding

### WAT FOSSIELEN ONS VERTELLEN

#### ***Diplodocus carnegii***

Hoewel het hier tentoongestelde exemplaar vrij klein is ("slechts" 17 m), was *Diplodocus* één van de grootste dinosaurussen: hij kon wel 27 m lang worden (de helft alleen al voor de staart)! Net als bij andere sauropoden hadden de wervels van de nek en rug grote holtes - de pleurocoelen -, die de botten lichter maakten maar niet verzwakten.

#### **Reuze sauropode rugwervel**

Bij sauropoden werden de wervels van de nek en romp doorkruist door een netwerk van luchtzakken die met de longen verbonden waren en een soort flexibele buis vormden. Dit systeem verlichtte het gewicht van de nek aanzienlijk en zorgde voor stabiliteit. Bij sauropoden liepen dunne benige lamellen langs en over het oppervlak van de wervels van de nek en romp. Ze waren lang en plat, en dienden als biologische betonijzers om de wervels te verstevigen en als ankerpunten voor krachtige spieren en gewrichtsbanden.

#### **Golden Gate-look**

Sauropoden zoals *Diplodocus* hadden een hangbrugstructuur. De benen met daarboven de schouders aan de voorkant en de heupen aan de achterkant fungeerden als pilaren. De grote ligamenten die langs de bovenkant van de wervelkolom liepen, vormden de draagkabel. De nek en staart trokken door hun lengte aan de ligamenten van de rug. Zo uitgerekt, hielp de laatste het gewicht van de ribbenkast te ondersteunen.

#### **Hoe schatten we de massa van dinosaurussen?**

Wetenschappers hebben ontdekt dat de massa van gewervelde landdieren (muis, mens, paard, enz.) evenredig is met de omtrek van de botten van hun benen, namelijk de dijbenen voor tweevoeters en het dijbeen en bovenarm voor viervoeters. Ze voerden talrijke onderzoeken uit op huidige soorten en waren zo in staat vergelijkingen op te stellen. Ze gebruiken deze nu om de massa van uitgestorven dieren zoals dinosaurussen te schatten.

#### **Tweevoeters of viervoeters?**

De positie van de vierde trochanter, een uitstulping op het dijbeen, geeft aanwijzingen over de houding van de dinosaurussen. Dit uitsteeksel is het bevestigingspunt van de spier (musculus caudofemoralis) die vanaf de staart het been naar achteren trekt.



Rechtersvoorvoet van een reusachtige sauropode

Bij lichte tweevoeters zoals *Struthiomimus* is deze spier hoog geplaatst: er is slechts een lichte samentrekking nodig om volledige beweging te bereiken. Bij massieve viervoeters zoals *Diplodocus* is het lager: de spier kan een zwaardere poot trekken, maar de beweging is kleiner.

### ***Struthiomimus altus***

*Struthiomimus* was een allesetende theropode: met zijn tandeloze snavel at hij kleine dieren, insecten en planten. Slank lichaam, lange en gespierde achterpoten, langwerpige nek, klein hoofd en grote ogen: hij leek op de huidige loopvogels (struisvogel, emoe ...) en net als zij was hij een uitstekende loper, die gemakkelijk 60 km/u bereikte!

### **Ze hadden meer kunnen wegen!**

Zoals we weten, hangt de omtrek van de poten van een landdier af van zijn gewicht. Met andere woorden, een olifant heeft verhoudingsgewijs bredere poten dan een muis. Wetenschappers schatten dat de poten bij een dier van ongeveer 140 ton zo breed worden dat ze elkaar raken, waardoor het dier niet kan bewegen! Maar zelfs de grootste bekende sauropoden wogen niet meer dan 100 ton. Dus ze hadden nog ruimte om te groeien ...

### **TE BEKIJKEN:**

**Jonge *Diplodocus carnegii* -155 MJ > -145 MJ**  
Morrison Formation, Wyoming, VS (afgietsel)

**Dorsale wervel** van een gigantische sauropode (afgietsel)

***Struthiomimus altus* -155 MJ > -145 MJ**  
Red Deer River Valley, Alberta, Canada (afgietsel)

**Genaturaliseerde struisvogel**

**Rechtersvoorpot** van een reusachtige sauropode  
-155 MJ> - 145 MJ  
Dry Mesa Quarry, Colorado, VS (sculptuur - afgietsel)

**Kleimodel van de *Diplodocus carnegii***

### **TE DOEN:**

**Wie is de zwaarste?** Schat met behulp van een meetlint en conversietabel de massa van drie tweevoeters op basis van hun dijbenen.

**Een kwestie van positie.** Dit apparaat maakt het mogelijk om het effect van de stand van de 4e trochanter op de bewegingen van de achterbenen te vergelijken.

**Meetlat** om je grootte te vergelijken met die van verschillende dinosaurussen.

**Klein, groot of gigantisch?** (electronisch spelletje voor de kleintjes)



*Struthiomimus altus* en een genaturaliseerde struisvogel



Rugwervel van een reusachtige sauropode

## HOUDING EN UITERLIJK VAN *IGUANODON BERNISSARTENSIS*

### ***Iguanodon bernissartensis*: gemengde houding.**

In tegenstelling tot vroege reconstructies die hem op zijn achterpoten zetten en leunend op zijn staart als een kangoeroe, wandelde *Iguanodon bernissartensis* waarschijnlijk op handen en voeten en rende hij op de achterpoten. De bijzonder goed bewaard gebleven exemplaren uit de Bernissart-mijn vormen de grootste verzameling iguanodons ter wereld!

### **In 1882 werd *Iguanodon* op zijn achterpoten gemonteerd.**

Louis Dollo, die toezicht hield op deze allereerste montage, was ervan overtuigd dat *Iguanodon bernissartensis* op zijn achterpoten liep. Zijn argumenten? De voor- en achterpoten zijn bij viervoeters niet zo verschillend. De wervelkolom is die van een tweevoeter. De heupen, de achterpoten en de verhoudingen van het hoofd en de thorax doen denken aan die van rennende vogels (struisvogel, casuaris ...). En ten slotte suggereert een in Engeland ontdekt gefossiliseerd spoor dat *Iguanodon* op zijn achterpoten liep.

### **In 1980 werd de houding van *Iguanodon* opnieuw bestudeerd.**

Bijna een eeuw na Louis Dollo hervatte paleontoloog David B. Norman de studie van *Iguanodon bernissartensis*. Maar hij komt tot andere conclusies: de wervelkolom werd min of meer horizontaal gehouden als de dinosaurus liep of rende. Met andere woorden, de tweevoetige 'kangoeroe'-houding is niet langer relevant. De originele skeletten die in deze positie zijn gemonteerd, blijven echter zo: ze zijn te breekbaar om weer anders in elkaar te zetten.

### **Hoe zagen iguanodons eruit?**

Rond 1835 stelde Gideon Mantell *Iguanodon* voor als een gigantische leguaan met een hoorn op de neus. Al in 1854 bood Benjamin Waterhouse Hawkins een «neushoorn»-versie aan in Crystal Palace Park (Londen). In 1882 begon de reconstructie van de iguanodons van Bernissart in een tweevoetige positie, 'kangoeroe'-stijl, met de duim op zijn plaats! In 1980 zet David Norman *Iguanodon* opnieuw op handen en voeten ...

### **De huid van *Iguanodon*.**

Dankzij de voetafdrukken die in Bernissart zijn ontdekt, weten we hoe de pootafdruk er uitziet. Er is echter niets bekend over de kleur van *Iguanodon* of andere dinosaurussen: door fossilisatie verdwijnen de oorspronkelijke kleuren van dieren en planten.

### **TE BEKIJKEN:**

**Hand van *Iguanodon bernissartensis* -128 MJ > -125 MJ**  
Bernissart, België (origineel)

***Iguanodon bernissartensis*: dinosaurus in gemengde houding, hier als viervoeter (afgietsel)**



Reconstructies van de hand van *Iguanodon*

**Kleimodel van een *Iguanodon*** in een viervoetige positie

**4 verschillende reconstructies** van *Iguanodon*-handen

#### TE DOEN:

***Iguanodon***: een hand die boekdelen spreekt (audiocommentaar)

**Gefilmd interview met David B. Norman** over houding van *Iguanodon bernissartensis*

**Animatiefilm** over de houding van *Iguanodon*, getoond op de glazen kooi

**Korte 3D-animatiefilm** over de bewegingen van *Iguanodon bernissartensis* (geprojecteerd op de kleine kant van de kooi)

**Vergelijk de huidafdrukken** van dinosaurussen, krokodillen en slangen (afgietsels)

**Teken je dinosaurus** (touchscreen)

## Voortbeweging en migraties

### WAT GEFOSSILISEERDE SPOREN ONTHULLEN

#### Hoe kan je de snelheid van een dinosaurus berekenen?

Er is een formule voor het schatten van de bewegings-snelheid van dieren, inclusief dinosaurussen. De benodigde gegevens? De hoogte van de heup of de grootte van de voet (de ene kan uit de andere worden berekend) en de afstand tussen twee opeenvolgende afdrukken van dezelfde voet, een afstand die kan worden gemeten op een versteend spoor. Zo weten we dat *Struthiomimus* hier stapvoets liep. We zijn dus ver verwijderd van de topsnelheid van 60 km/u die deze sprinter zou kunnen halen ...

#### Dinosaurussen, stap voor stap

Het associëren van een voetafdruk met een specifieke dinosaurus is niet eenvoudig, tenzij je zijn skelet aan het einde van de baan vindt! Aan de andere kant kan het worden gekoppeld aan een groep of een familie van dinosaurussen: vrij rond en groot (tot 1 m in diameter!), duidelijk het werk van een sauropode; drietenig (tridactyl), het kan gaan om een ornithopode (met korte afgeronde vingers en tenen) of met een theropode (tenen lang en puntig ter hoogte van de klauwen).

#### TE BEKIJKEN:

**Versteende grond** met sporen van verschillende dinosaurussen en vogels -67 MJ > -66 MJ  
Niobrara Country, Wyoming, VS (afgietsel)

**Miniatuursporen** van verschillende dinosaurussen -67 MJ > -66 MJ  
Niobrara Country, Wyoming, VS (afgietsel)



Versteend oppervlak met verschillende voetsporen van dinosaurussen en vogels

## TE DOEN:

### Wat de gefossiliseerde sporen onthullen ...

(audiocommentaar en gelijktijdige verlichting van het hoofdspoor)

## NOORDPOOL EN ZUIDPOOL

### *Cryolophosaurus ellioti*

Letterlijk betekent dit "bevroren kuifreptiel". Deze theropode werd gevonden op Antarctica, niet ver van de Zuidpool! Hij werd samen gevonden met de overblijfselen van andere dieren, waaronder een plateosauriër (primitieve dinosaurus) en een tritylodont (verre neef van zoogdieren). Deze waren al ontdekt in lagen van het Vroeg-Jura, waardoor het mogelijk was ze te dateren.

### Noordpool dinosaurussen

Aan het einde van het Krijt leefden er dinosaurussen ter hoogte van de poolcirkel. Onder hen zijn de theropode *Troodon*, de hadrosauriër *Edmontosaurus* en de ceratopside *Pachyrhinosaurus*. Van deze laatste zijn tijdens opgravingen in Alaska (VS), Alberta en de Yukon (Canada) talrijke botresten, waaronder enkele schedels, opgegraven. Ze zouden erop wijzen dat deze herbivoor in kuddes leefde, in de zomer naar het verre noorden trok en naar het zuiden afdaalde toen de winter naderde.

## TE BEKIJKEN:

***Cryolophosaurus ellioti*** -196 MJ > -183 MJ  
Mount Kirkpatrick, Antarctica (afgietsel)

**Schedel van *Pachyrhinosaurus canadensis***  
-68 MJ > -65 MJ  
Lance Formation, Wyoming, VS (afgietsel)

**Genaturaliseerde pinguïn** (poolvogel)

**Kaart** "In het spoor van *Pachyrhinosaurus*"

**Kleimodel** van *Cryolophosaurus ellioti*



Schedel van *Pachyrhinosaurus canadensis*



*Cryolophosaurus ellioti*



Kleimodel van *Cryolophosaurus ellioti*

## TE DOEN:

**Gefilmd interview** met paleontoloog Phil Currie over pooldinosaurussen

# Communicatie

## De kam van *Parasaurolophus*

De kam is hol maar volledig afgesloten aan het uiteinde, dus hij werd zeker niet gebruikt om onder water te ademen als een soort snorkel, zoals lang werd aangenomen. De kam werd daarentegen gebruikt als klankkamer om kreten te versterken. *Parasaurolophus* kon zo over grote afstanden gevaar signaleren, herkend worden door zijn familie, competitie aangaan met een rivaal of een vrouwtje aantrekken. Ook het visuele effect telde: hoe langer de kam, hoe indrukwekkender hij er uitzag en hoe meer het effect van het geschreeuw werd versterkt!

## De kraag van *Centrosaurus*

Naast een sterke hoorn op de neus, had *Centrosaurus* een kraag op de achterkant van zijn schedel. Deze had twee naar beneden gevouwen uiteinden, evenals twee gaten die de structuur lichter maakten maar nog steeds de nek goed beschermden. Net als de rugplaten van stegosaurussen, was het bedekt met een huid die rood kon gloeien van de bloedstroom. Dit maakte indruk op seksuele partners, intimideerde rivalen en schrikte roofdieren af.

## De helm van *Pachycephalosaurus*

Letterlijk betekent dit "dikkopreptiel". Deze naam is zeer toepasselijk: de bovenkant van zijn hoofd is 20 tot 25 cm dik! Paleontologen geloven dat hij deze benige helm als een ram gebruikte, vooral in gevechten met rivaliserende mannetjes tijdens het paarseizoen. Met voldoende kracht was hij waarschijnlijk ook in staat om de ribben van roofdieren te breken die hem probeerden aan te vallen.

## TE BEKIJKEN:

**Schedel van *Parasaurolophus walkeri*** -76,5 MJ > 75 MJ  
Dinosaur Park Formation, Alberta, Canada (afgietsel)

**Schedel van *Centrosaurus apertus*** -76,5 MJ > 75 MJ  
Dinosaur Park Formation, Alberta, Canada (afgietsel)

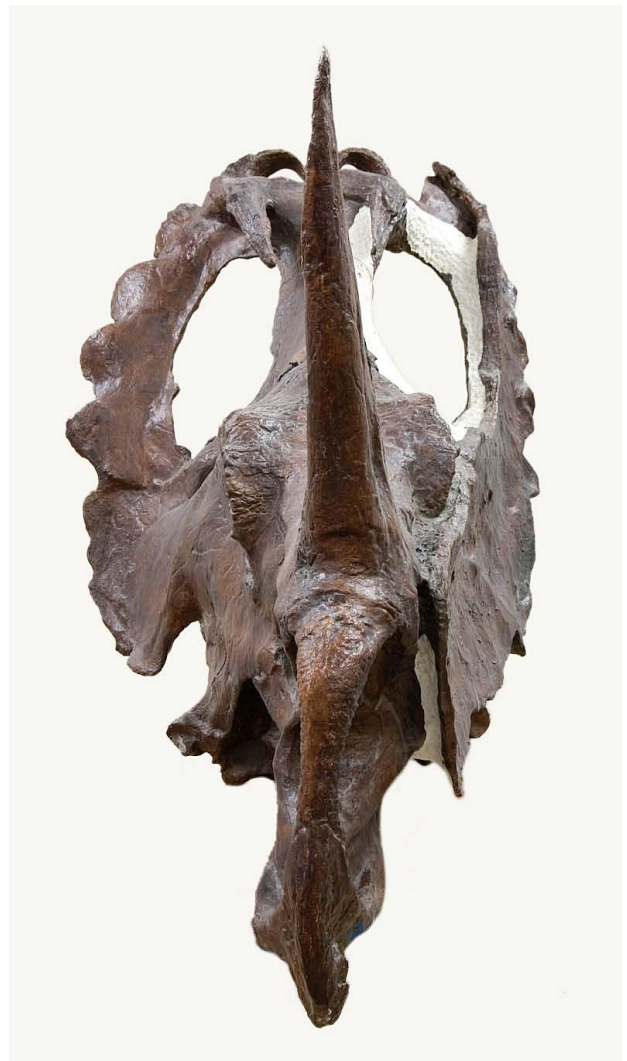
**Schedel van *Pachycephalosaurus wyomingensis***  
-75 MJ > 70 MJ  
Lance Formation, Wyoming, VS (afgietsel)

## TE DOEN:

**Als een schuiftrompet!** Van de keel tot de neusgaten ging het geluid door een systeem van "buizen" die met elkaar verbonden waren en die, net als een trombone, als een resonantiekamer fungeerden en het versterkten. De toonhoogte van het geluid was afhankelijk van de lengte van de kam van *Parasaurolophus* (audio).



Schedel van *Parasaurolophus walkeri*



Schedel van *Centrosaurus apertus*



### Geconfronteerd met *Pachycephalosaurus*

Deze dinosaurus gebruikte zijn hoofd als een ram.

Aan deze projectie kan je jezelf meten met een virtuele *Pachycephalosaurus*.

## Voortplanting

### Speciale namen

Momenteel zijn er meer dan 40 soorten dinosauruseieren. Maar wie legde wat? Om dit te bepalen is het ideaal dat ze botresten bevatten, vergelijkbaar met die van volwassenen, of dat ze werden gevonden onder een familielid dat gestorven is tijdens het uitbroeden! Zulke gevallen zijn uiterst zeldzaam. Aan de andere kant kan men eieren gemakkelijk classificeren volgens de grootte, de algemene vorm, de structuur van de schaal ... Daarom krijgen ze hun eigen namen en niet die van dinosaurussen.

### *Maiasaura peeblesorum*

In het oud-Grieks betekent maia de moeder, de verzorgster. Er wordt aangenomen dat deze hadrosauriër voor haar jongen zorgde. In ieder geval nestelde ze in grote kolonies op plaatsen die van generatie op generatie werden bezocht. Het is ook een van de weinige dinosaurussen waarvan alle verschillende groeistadia van embryo tot volwassene werden teruggevonden.

### Kleine *Maiasaura* zal opgroeien

Net als boomstammen vertonen dinosaurusbotten jaarringen die kunnen worden gebruikt om de leeftijd van exemplaren te schatten en hoe snel ze groeiden. Zo ging *Maiasaura* van 30 cm bij de geboorte naar bijna 4 m in slechts 1 of 2 jaar! En hij bereikte de volwassen lengte, ongeveer 9 m, tussen 6 en 8 jaar oud. Snel opgroeien bood hem een goede bescherming tegen roofdieren: ze zullen gemakkelijker op een hulpeloze jongere jagen dan op een gezonde volwassene.

### Ja maar ...

*Maiasaura* was misschien niet zo'n goede moeder: we moeten nog baby- en volwassen botten bij elkaar vinden! Het was daarom mogelijk dat de zeer jonge hadrosauriërs onder elkaar leefden voordat ze zich op de leeftijd van 1 of 2 bij de rest van de groep voegden, toen ze oud genoeg waren om de volwassenen te volgen tijdens de migraties.

### Hoe mannen van vrouwen te onderscheiden?

Bij de *Protoceratops* zagen mannetjes en vrouwtjes er geleidelijk anders uit tijdens hun groei. Volgens paleontologen waren de individuen met de meest ontwikkelde neusknobbels en de meest uitlopende kraag waarschijnlijk volwassen mannen. Tijdens de paartijd werden deze gebruikt om rivalen te intimideren en vrouwtjes aan te trekken.

### TE BEKIJKEN:

#### Eieren van twee onbekende dinosaurussen

-83 MJ > -72 MJ, Bayan Mandahu, Binnen-Mongolië, China (originelen)



*Elongatoolithus*: fossiele eieren, mogelijk van *Oviraptor*



Niet-gedetermineerde dinosauruseieren



Kleimodel van *Maiasaura*

**Elongatoolithus** -83 MJ > -72 MJ

Bayan Mandahu, Binnen-Mongolië, China (originelen)

**Genaturaliseerde eenden** (vergelijk *Maiasaura* voor de vorm van de snavel en de verzorging van de jongen)

**Maiasaura-kleimodel** met een nest

**Maiasaura-nest** met eieren en baby's

**Maiasaura peeblesorum** -78 MJ > -72 MJ

volwassene, juveniel, 2 baby's en eieren  
Blackfoot Indian Reservation, Montana, VS (afgietsels)

**Megaloolithus** -70 MJ > -68 MJ

Totesti, Roemenië (afgietsel)

**Niet-gedetermineerde dinosauruseieren**

-76 MJ > -68 MJ, Mongolië (originelen)

**Serie van 4 dijbenen** van *Maiasaura peeblesorum*

78 MJ > -72 MJ, ter illustratie van de groei, Teton County, Montana, VS (afgietsels)

**Vier schedels** van *Protoceratops hellenikorhinus*

-75 MJ > -70 MJ, Bayan Mandahu, Binnen-Mongolië, China (3 originelen en 1 afgietsel)

**TE DOEN:**

**Gefilmd interview met paleontoloog Jack Horner**

over de ontdekking van *Maiasaura*-baby's

**Wie legt wat?** (elektronisch spelletje voor de kleintjes)

**Dinosauruseieren** om te observeren met een verschuifbaar vergrootglas

## Aanval en verdediging

**Ankylosaurus wapens en pantser**

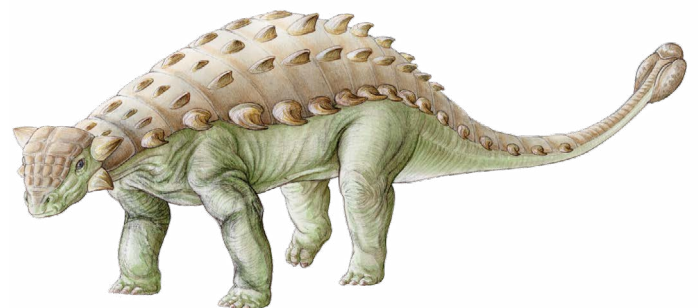
De staart van *Ankylosaurus* eindigde met een zware botknots en kon gemakkelijk de botten van aanvallende roofdieren verbrijzelen. Zijn rug was bedekt, van snuit tot staart, met een pantser bestaande uit knobbeltjes, doornen en benige platen die in de huid waren gegroeid. Deze biologische maliënkolder maakte hem tot een van de best beschermde dinosaurussen en compenseerde gedeeltelijk zijn traagheid en gebrek aan behendigheid.

**Stegosaurus stenops platen en stekels**

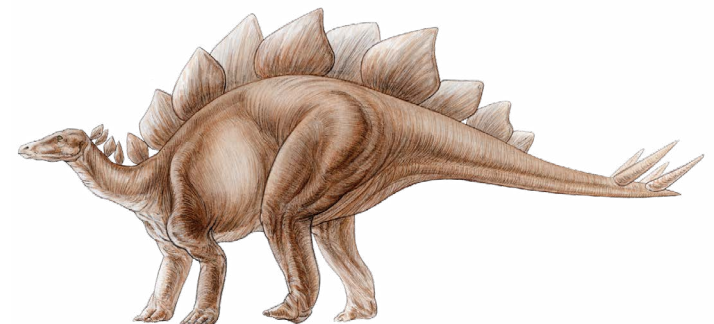
Met zijn benige stekels was de staart van *Stegosaurus* een effectief verdedigingswapen. De rugplaten hadden daarentegen een voornamelijk afschrikkende rol. Ze bevatten veel bloedvaten onder een dun laagje huid en konden daarom rood gloeien door de instroom van bloed. Dit plotselinge rood was om roofdieren bang te maken ... maar ook om rivalen te intimideren, vrouwtjes aan te trekken en elkaar te herkennen!



Schedel van *Protoceratops hellenikorhinus*



*Ankylosaurus*



*Stegosaurus*

## **Allosaurus, DE rover uit het Jura**

Met een lengte van bijna 12 m was *Allosaurus* een van de grootste roofdieren van het Laat-Jura in Noord-Amerika. Hij had aan elk van de drie vingers van zijn hand een scherpe klauw van vijftien centimeter lang. En zijn krachtige kaken waren gevuld met ongeveer 70 tanden die naar achteren gebogen en gekarteld waren als steakmessen. Zijn prooi? Herbivoren zoals *Diplodocus*, die hij mogelijk in roedels heeft aangevallen, of *Stegosaurus* die kleiner van formaat was.

## **Diplodocus en zijn zweep**

*Diplodocus* had een zeer langgerekte en bijzonder flexibel staartuiteinde. Als hij hiermee zwaaide, moet de punt supersonische snelheden hebben bereikt en als een zweep in de lucht knallen. Hij was te kwetsbaar om roofdieren kwaad te doen, maar het zweepgeluid was waarschijnlijk genoeg om ze op afstand te houden. Het werd misschien ook gebruikt binnen de kudde als teken van herkenning of waarschuwingssignaal.

## **“Verschrikkelijke klauw”, een toepasselijke naam**

In Noord-Amerika zaaide *Deinonychus* (van het oude Griekse deinos, verschrikkelijk en onuchos, de klauw) terreur in het Vroeg-Krijt. Zijn wapens? Op elke voet, op de tweede teen, een gigantische klauw van 12 cm lang! Deze twee klauwen, scherp en gebogen als sikkels, werden omhoog gehouden tijdens het lopen, maar hij kon ze razendsnel neerhaken als hij een prooi besprong.

## **TE BEKIJKEN:**

**Anatomische tekening** van een *Stegosaurus* dorsale plaat

**Gemodelleerde *Deinonychus*-klauw**, ter illustratie van de beweging van de klauw

**Schedel van *Allosaurus fragilis*** -155 MJ > -145 MJ  
Morrison Formation, Wyoming, VS  
(afgietsel gemaakt van verschillende exemplaren)

**Staat en schedel van *Ankylosaurus magniventris***  
-68 MJ < -66MJ  
Hell Creek Formation, VS (afgietsel en sculptuur)

***Stegosaurus stenops*** -155 MJ > -145 MJ  
Morrison Formation, Wyoming, VS (afgietsel gemaakt van verschillende exemplaren)

## **Voeding**

### **Toen dinosaurussen tanden hadden!**

Snel gevallen, snel vervangen! Inderdaad, bij dinosaurussen werden versleten of verloren tanden snel vervangen door nieuwe! Daarentegen hadden ze meestal maar één type tanden, waarvan enkel de grootte varieerde. Die van *T. rex*, scherp en naar achter gebogen, hielden de prooi in de bek en sneden hem in stukken; die van *Diplodocus*, lang en gerangschikt als een kam, ritsten de bladeren van de takken; die van *Chasmosaurus*, klein en scherp, verpletterden de planten die hij afsneed met zijn snavel.



Schedel van *Allosaurus fragilis*



*Ankylosaurus magniventris*  
Queue et crâne  
[153] mit Schädel  
Tail and skull  
Schwanz und Schädel  
- 68 000 000 > - 65 000 000  
Sculpture et moulage - Sculptuur en afgietsel  
Sculpture and cast - Skulptuur und Abguss  
(AMNH, New York, USA)  
Hell Creek Formation, USA

Staat en schedel van *Ankylosaurus magniventris*

## TE BEKIJKEN:

### Schedel van *Iguanodon bernissartensis* -128 MJ > -125 MJ

plantenetende dinosaurus  
Bernissart, België (afgietsel)

### Schedel van *Chasmosaurus belli* -76,5 MJ > -75 MJ

plantenetende dinosaurus  
Dinosaur Park Formation, Alberta, Canada (afgietsel)

### Schedel van *Diplodocus carnegii* -155 MJ > -145 MJ

plantenetende dinosaurus  
Morrison Formation, VS (afgietsel)

### Schedel van *Camarasaurus lentus* -155 MJ > -145 MJ

plantenetende dinosaurus  
Morrison Formation, VS (afgietsel)

### Schedel van *Tyrannosaurus rex* -68 MJ > -66 MJ

vleesetende dinosaurus  
Big Dry Creek, Montana, VS (afgietsel)

## TE DOEN:

**Wie eet wat?** (elektronisch spelletje voor de kleintjes)

### Toen dinosaurussen tanden hadden!

Kaaksecties van de 5 schedels gepresenteerd om van dichtbij te hanteren en te observeren (in de lades)

### De nek van een giraf?

Helemaal niet! In rust hielden de meeste sauropoden hun nek horizontaal. Hoezo? Bij sommige soorten werd de nek ondersteund door langwerpige halsribben waardoor de nek lang was maar niet erg flexibel. Andere soorten hadden een nek dat ondersteund werd door grote ligamenten en krachtige spieren, waardoor deze korter maar flexibeler was. Het is misschien deze diversiteit aan vormen die *Diplodocus*, *Camarasaurus*, *Apatosaurus* ... toestond om samen te leven zonder te vechten voor voedsel: ze aten elk op hun eigen hoogte!

### Stenen in de maag?

Sommige dieren, vooral vogels, slikken stenen in, genaamd "gastrolieten", die de spijsvertering bevorderen door voedsel in de maag te pletten. Paleontologen dachten ze ook bij sauropoden te hebben ontdekt. Het probleem? Gastrolieten zien eruit als elke steen. En aangezien de zachte weefsels (inclusief de maag) niet of zelden fossiliseren, is het moeilijk te zeggen dat de stenen die in de buurt van deze dinosaurussen werden gevonden inderdaad gastrolieten waren en geen gewone rivierkeien! Vandaag denken we dat het heel gewone rivierkeien waren. De sterk ontwikkelde blindedarm van sauropoden zou een zeer goede spijsvertering mogelijk hebben gemaakt.

### Uitwerpselen van dinosaurussen

Coprolieten (van het oude Griekse kopros, uitwerpselen en lithos, steen) zijn versteende uitwerpselen. Ze hebben



Schedel van *Iguanodon bernissartensis*



Schedel van *Tyrannosaurus rex*



Schedel van *Camarasaurus lentus*

een onregelmatige vorm en zijn erg moeilijk te herkennen, vooral omdat ze zeer zeldzaam zijn: uitwerpselen worden vaak helemaal vernietigd lang voordat ze fossiliseren! Ze bevatten soms gedeeltelijk verteerde planten- of botfragmenten. Hierdoor kunnen we zien of ze van een herbivoor of een carnivoor komen, maar moeilijk te zeggen of het inderdaad een dinosaurus was ...

### TE DOEN:

**Gastrolieten, gebruiksaanwijzing:** Onder invloed van de bewegingen van de maag verpletteren de ingeslikte stenen het voedsel en vergemakkelijken zo de spijsvertering.

**Wie heeft deze uitwerpselen gemaakt?** (elektronisch spelletje voor de kleintjes)

### ***Stegosaurus stenops***

*Stegosaurus* voedde zich met planten, zoals varens en jonge scheuten. Hij dankt zijn naam – dat “overdekt reptiel” betekent – aan de benige platen die in de huid langs de wervelkolom waren verankerd. Ze konden nauwelijks gebruikt worden als verdedigingswapens doordat ze breekbaar waren, in tegenstelling tot de vier benige stekels van de staart ...

### **Een leger van bacteriën in de maag**

*Stegosaurus* was herbivoor. Zijn tandeloze snavel aan de voorkant en kleine, eenvoudige tanden aan de achterkant sneden door planten, maar verpletterden ze niet. Er was dus een leger bacteriën in zijn maag nodig om ze af te breken. Volgens sommige paleontologen werd de resulterende overtollige warmte door het bloed afgevoerd: het bloed stroomde in de rugplaten waar het werd gekoeld door de lucht voordat het weer terugvloede in het lichaam.

### TE BEKIJKEN:

#### **Blad van een bloemplant -68 MJ > -66 MJ**

Kundur, Rusland (origineel)

**Coprolieten** waarschijnlijk van carnivoren en afkomstig uit Bernissart (originelen)

#### **Gastrolieten**

**Genaturaliseerde hen** (ze slikt ook kleine steentjes in)

#### ***Hanginia chowi* -140 MJ > -110 MJ**

halve kaak van een zoogdier  
Hanggin Qi, Binnen-Mongolië, China (origineel)

#### **Jonge *Diplodocus carnegii* -155 MJ > -145 MJ**

Morrison Formation, Wyoming, VS (afgietsel)

**Kaart van West-VS** (Montana, Wyoming, Utah, Colorado, Oklahoma: de 5 staten aan de voet van de Rockies en locatie van de Morrison-formatie)



*Diplodocus carnegii*



*Stegosaurus stenops*

**Lacopteris dunkeri** -128 MJ > -125 MJ  
varenfragmenten Bernissart, België (originelen)

**Matonidium goepperti var. minor** -128 MJ > -125 MJ  
varenfragmenten  
Bernissart, België (originelen)

**Pinus andraei** -128 MJ > -125 MJ  
dennenappels  
Houdeng-Aimeries, België (originelen)

**Pinus heeri** -128 MJ > -125 MJ  
dennenappels  
La Louvière & Baudour, België (originelen)

**Scaphognathus crassirostris** -155 MJ > -150 MJ  
pterosauriër schedel Solnhofen, Duitsland (afgietsels)

**Stegosaurus stenops** -155 MJ > -145 MJ  
MA Morisson Formation, Wyoming, VS  
(afgietsel gemaakt van verschillende exemplaren)

**Vinctifer comptoni** -125 MJ > -120 MJ  
vissen  
Santana Formation, Brazilië (origineel)

#### TE DOEN:

#### Hoe overtollige warmte afvoeren als gevolg van de vertering?

*Stegosaurus* heeft naar verluidt een koelsysteem gevonden. Dit apparaat richt zich op de mogelijke thermoregulerende rol van de dorsale platen van stegosauriërs.



*Vinctifer comptoni*



*Scaphognathus crassirostris*



*Blad van een bloemplant*

## ZONE 3

# NOG STEEDS BIJ ONS?

**Deze derde zone toont de evolutie van dinosaurussen**, vanaf hun verschijning aan het einde van het Trias tot vandaag. Hun stamboom is nauw verbonden met deze evolutie en omvat momenteel twee grote groepen dinosaurussen: Saurischia en Ornithischia..

## De eerste dinosaurussen

### Een ware evolutionaire explosie

De eerste dinosaurussen verschenen 230 miljoen jaar geleden in het Laat-Trias. Al heel snel onderscheiden we de Ornithischia of "dinosaurussen met vogelheupen" en de Saurischia of "dinosaurussen met reptielheupen". Ze diversifiëren zo snel dat de hoofdgroepen (theropoden, sauropodomorfen, thyreofoeren ...) al vertegenwoordigd zijn vanaf het begin van het Jura ... maar deze zien er nog vrij primitief uit!

### Twee van de oudste Saurischia

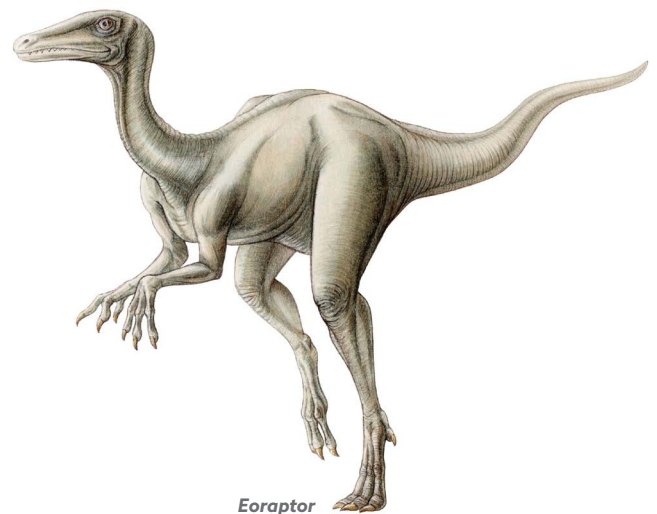
De eerste, *Eoraptor*, de 'dief van de dageraad', leefde bijna 230 miljoen jaar geleden. De tweede, *Coelophysis*, is meer geëvolueerd en wordt al als een theropode beschouwd. Beide zijn klein, behendig ... en vleesetend. *Coelophysis* werd ooit zelfs verdacht van kannibalisme! Botresten van jonge exemplaren werden naar verluidt gevonden in de magen van twee volwassenen. Maar wat blijkt, in het ene geval behoorden de botten toe aan een kleine, primitieve krokodil en in het andere geval lag het jong niet in, maar onder de volwassene.

### Twee heel verschillende herbivoren

*Lesothosaurus*, een van de oudste Ornithischia, is tweevoetig en meet minder dan 1 m lang. Hij heeft een lange staart, slanke achterpoten, vrij korte voorpoten, een hoornige snavel en kleine tanden in de vorm van een brandnetelblad. *Plateosaurus* daarentegen, behoort tot de Saurischia, liep waarschijnlijk op zijn achterpoten en gebruikte zijn gespierde staart als tegengewicht. Met een volwassen lengte van 12 m is het een van de grootste dinosaurussen van het Trias. Hij is ook en vooral een van de allereerste "langnekken".



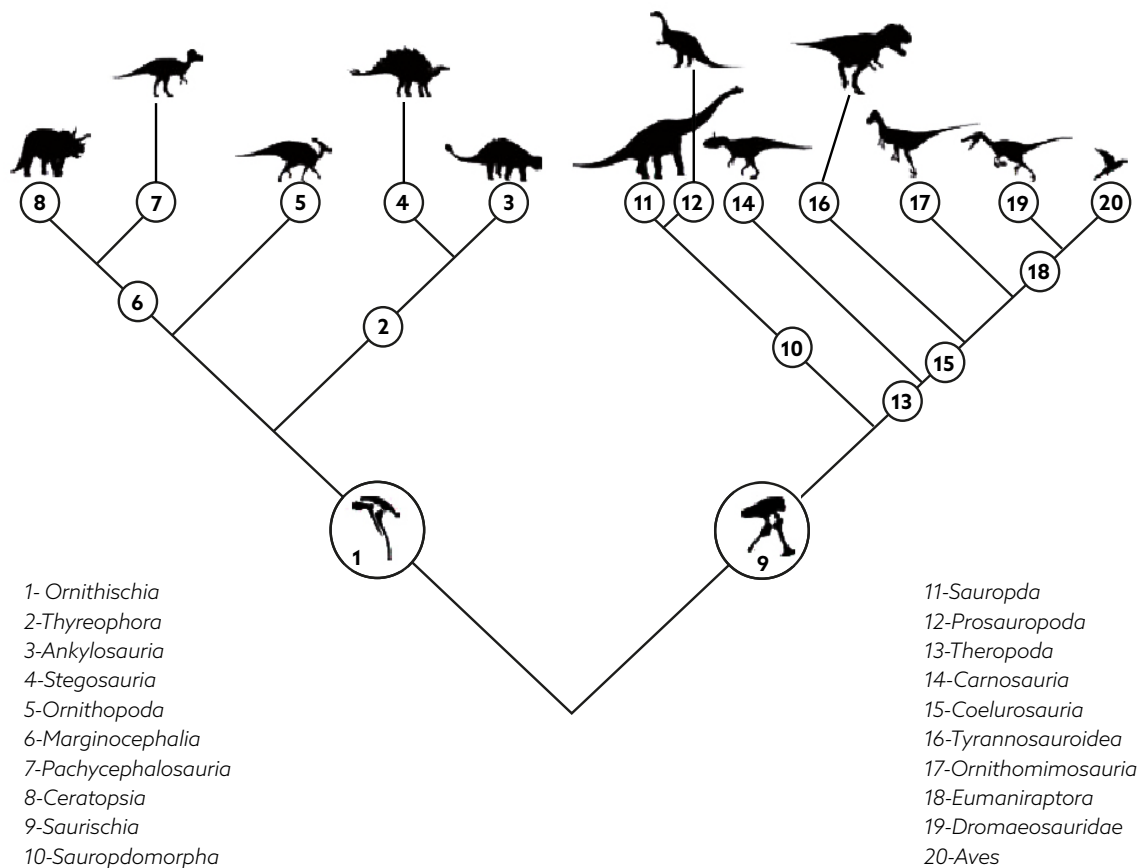
*Coelophysis*



*Eoraptor*



*Lesothosaurus*



Cladogram met alle subgroepen

**TE BEKIJKEN:**

**Eoraptor lunensis** -225 MJ > -220 MJ  
 Parque Provincial Ischigualasto, Argentinië (afgietsel)

**Coelophysis bauri** -220 MJ > -204 MJ  
 Ghost Ranch, New Mexico, VS (afgietsel)

**Schedel van Lesothosaurus diagnosticus**  
 -200 MJ > -196 MJ  
 Masitise, Lesotho (afgietsel)

**Schedel van Plateosaurus engelhardti** -210 MJ > -203 MJ  
 Trossingen, Duitsland (afgietsel)

**Het dinosauruscladogram** en zijn hoofdtakken  
 (metalen structuur)

**TE DOEN:**

**Cla-di-stic**, touchscreen die uitlegt wat cladistiek is

**Cla-do-grammen**, touchscreen die je helpt om cladogrammen te lezen



Schedel van Plateosaurus engelhardti



# Evolueer en vlieg

## MET OF ZONDER VEREN?

### De eerste gevederde dinosaurussen

Vogels stammen af van theropoden in de groep van de Saurischia (en dus niet de Ornithischia). Een van de bewijzen van hun verwantschap is de aanwezigheid van min of meer geëvolueerde veren op de lichamen van deze dinosaurussen. Sinds 1996 heeft men in de Chinese vindplaats Sihetun fossielen gevonden waarbij er in sommige nog sporen van een verenkleed zijn. De veren van *Sinosauropteryx* zijn het meest primitief: het is dons met eenvoudige holle filamenten. Het stond hem niet toe te vliegen, maar om zijn lichaamswarmte vast te houden. Dit is momenteel de meest geaccepteerde hypothese om het ontstaan van veren te verklaren.



*Sinosauropteryx*

### T. rex, met of zonder veren?

Zag *Tyrannosaurus rex*, het vreselijke roofdier van het Laat-Krijt, eruit als een grote kip? Het is mogelijk! Het lichaam van *Dilong*, een kleine, primitieve tyrannosauriër uit het Vroeg-Krijt van Sihetun, was bedekt met eenvoudige veren. *T. rex*, die pas veel later ontstond, zou zijn veren misschien verloren zijn tijdens deze evolutie ... of zijn groei: zijn grote omvang was misschien voldoende om lichaamswarmte vast te houden. In 2011 werd *Yutyranus* gevonden, een grote EN volledig gevederde tyrannosauriër uit het noordoosten van China. *Yutyranus* leefde echter in een kouder klimaat dan *T. rex*. Het blijft dus onduidelijk of *T. rex* al dan niet veren had.



*Tyrannosaurus rex*

### De mooie Caudipteryx

*Caudipteryx*, een primitieve vertegenwoordiger van de oviraptosauriërs, is een van de bekendste gevederde theropoden van Sihetun. Hij was zo groot als een kalkoen, had lange achterpoten die perfect waren om te rennen en een snavel met slechts een paar tanden aan de voorkant (gastrolieten zorgden voor een groot deel van zijn spijsvertering). Lange, symmetrische veren sierden zijn zeer korte armen en vormden een waaier aan de staart: hij was klaar om te pronken in de paartijd ... maar niet om te vliegen! Een recente studie geeft echter aan dat de veren op zijn armen ook voordelig waren voor de stabiliteit tijdens het hardlopen.



*Caudipteryx*

### Velociraptor, bijna een vogel?

De dromeosauriër *Velociraptor* leek anatomisch zeer sterk op recente vogels: het schaambeen naar achteren, lange holle botten, samengesmolten sleutelbeenderen, lange dunne schouderbladen, een langwerpige onderarm, een pols die toeliet om de hand langs de onderarm te vouwen, drie lange vingers aan elke hand en vier tenen aan elke voet, waarvan er één (de sikkelvormige) ingetrokken is. Maar had hij veren? De fossielen van de bovenarm dragen aanhechtingssporen (knobbeltjes) van primaire pluimen, en *Microraptor*, een kleine dromeosauriër uit Sihetun, was er zelfs helemaal mee bedekt!



*Velociraptor mongoliensis*

### Archaeopteryx, de eerste vogel

*Archaeopteryx*, daterend uit het Laat-Jura, is de oudste bekende vogel. Net als dromeosauriërs heeft hij scherpe tanden, drie vingers met klauwen en een lange, stijve staart. Net als bij moderne vogels is zijn lichaam volledig bedekt met veren, waarbij de veren van de vleugels asymmetrisch zijn (en dus perfect aangepast aan een actieve vlucht). En ten slotte kan hij ook de takken vastgrijpen, dankzij zijn eerste teen die naar achteren wijst.

### Hoe ontstond het vliegen?

Theropoden die rondrennen en met hun gevederde armen door de lucht slaan en uiteindelijk opstijgen? Dat is niet zeker! De veren van *Microraptor*, een kleine dromeosaurus uit Sihetun, leken op die van moderne vogels. Maar zowel zijn voor- als achterpoten hadden lange veren! Deze waren te lang om goed te kunnen rennen en dus van de grond op te stijgen. In plaats daarvan moest hij met behulp van zijn klauwen in bomen klimmen en van tak naar tak vliegen.

### TE BEKIJKEN:

#### *Archaeopteryx lithographica* -155 MJ > -150 MJ

Solnhofen, Duitsland (afgietsel gemaakt van verschillende exemplaren)

#### *Caudipteryx zoui* -130 MJ > -125 MJ

Sihetun, Liaoning, China (sculptuur)

#### *Sinosauropteryx prima* -130 MJ > -125 MJ

Sihetun, Liaoning, China (afgietsel)

### Van theropoden tot vogels (tekening)

#### *Velociraptor mongoliensis* -75 MJ > -70 MJ

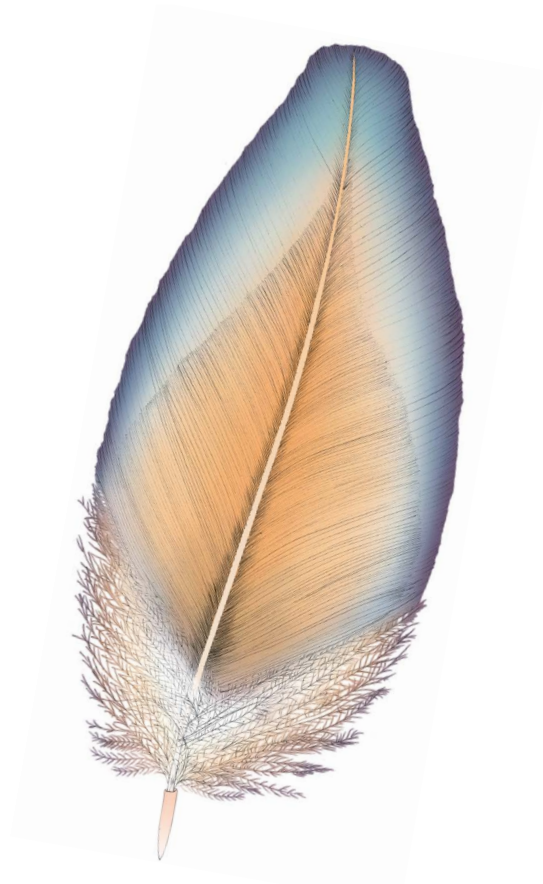
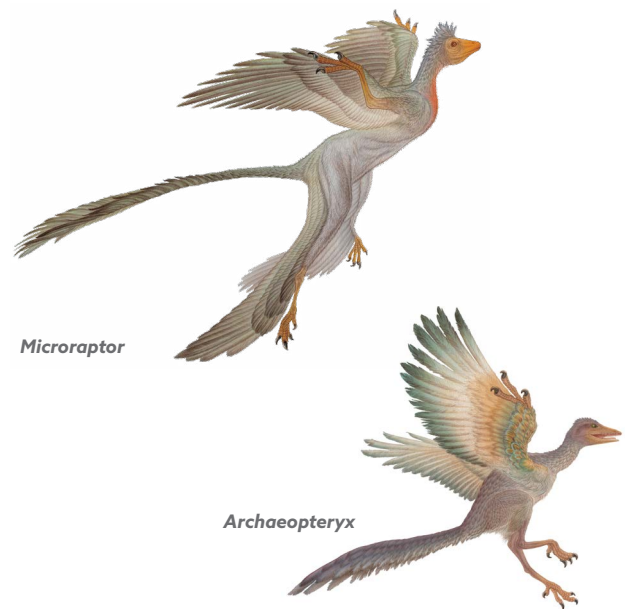
Bayn Dzak, Mongolië (afgietsel gemaakt van verschillende exemplaren)

### VOORDELEN VAN VEREN?

Met veren kan je vliegen, isoleren, verleiden, intimideren ... De belangrijkste soorten zijn de veren die de vlucht mogelijk maken, de contourveren die het lichaam bedekken en het dons dat de warmte vasthoudt. Ze worden geproduceerd door de huid en zijn gemaakt van keratine, zoals schubben, haren en nagels. Ze zijn samengesteld uit een hoofdas (rachis) die hol is aan de basis (calamus) met aan weerszijden een vlag die bestaat uit rijen baardhaartjes met weerhaken.

### De evolutie van veren

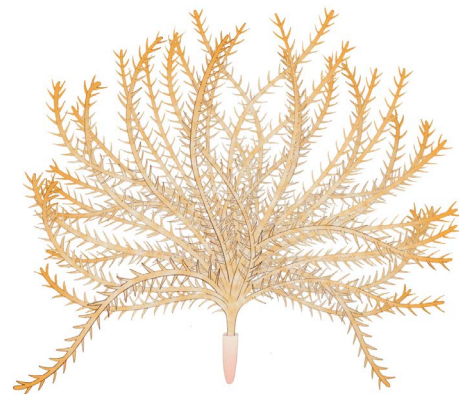
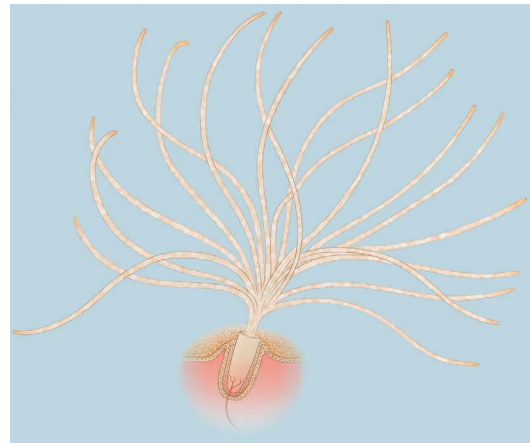
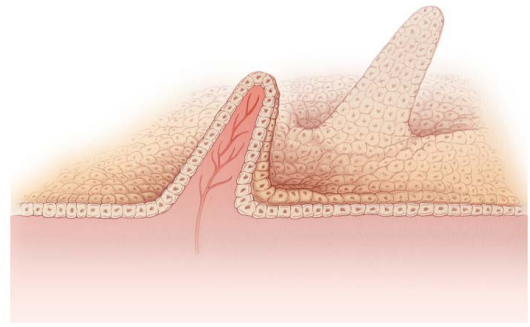
**FASE 1:** Volgens wetenschappers doorlopen moderne veren tijdens hun groei dezelfde stadia die alle veren hebben gekend tijdens hun evolutie, vanaf hun verschijning in theropoden zoals *Sinosauropteryx* tot vandaag. Elke nieuwe fase biedt nieuwe voordelen. Tijdens de eerste fase wordt net onder de epidermis een dermale papil gevormd die zich uitbreidt tot een eenvoudige holle buis, de kiem.



**FASE 2:** In de tweede fase vormt zich een ring van cellen aan de basis van de buis en deze wordt geleidelijk breder: dit is de follikel. De binnenkant van de follikel produceert eenvoudige weerhaken, terwijl de buitenkant verandert in de basis (calamus) waaruit ze tevoorschijn komen. In deze fase ontwikkelen veren als een soort primitief dons dat lichaamswarmte vasthoudt en beschermt tegen de kou.

**FASE 3:** Aan het begin van het derde stadium beginnen de weerhaken kleinere weerhaakjes te vormen, wat resulteert in donsveren. Nadien vormen ze een hoofdas (rachis), wat resulteert in platte veren met eenvoudige, gladde weerhaken.

**FASE 4 en 5:** In het vierde stadium ontwikkelen zich gekartelde weerhaken die hechten aan de gladde weerhaken. Dit heeft als effect dat de baardhaartjes strakker aan elkaar gehaakt worden, waardoor de vlaggen waterdicht en resistent worden en de pennen een aerodynamische vorm krijgen. Maar het is pas in het vijfde stadium, wanneer de pennen van de vleugels (vliegveren) en staart (staartveren) asymmetrisch worden, dat ze een actieve vlucht mogelijk maken.



Verskillende stadia van de evolutie van veren

**TE BEKIJKEN:**

**Tyrannosaurus rex** -68 MJ > -66 MJ  
Harding land, South Dakota, VS (afgietsel))

**Velociraptor mongoliensis** -75 MJ > -70 MJ  
Bayn Dzak, Binnen-Mongolië, China  
(afgietsel gemaakt van verschillende exemplaren)

**De verschillende stadia van evolutie van veren**  
(tekeningen)

**Kleimodel** van Stan de *T. rex*

**TE DOEN :**

**Waar worden deze veren voor gebruikt?** (elektronisch spelletje voor de kleintjes)

**TYRANOSAURUS REX: EEN GRAPPIGE VOGEL?**

*T. rex*, "koning van de tiranhagedissen", is een van de grootste vleesetende landdieren aller tijden! Hij werd tot 15 meter lang en had belachelijk kleine armen maar extreem krachtige kaken met scherpe tanden als dolken. Deze *T. rex*, Stan genaamd, werd in 1992 opgegraven. Hij meet iets meer dan 12 meter.



Kleimodel van Stan de *T. rex*

### Man of vrouw ?

Door de botsecties van een in Montana gevonden *T. rex* te analyseren, identificeerden onderzoekers een structuur die ook voorkomt bij sommige vrouwelijke vogels: 'mergbot'. Dit is een dunne laag sterk gevasculariseerd botweefsel dat aanwezig is in hun lange botten, maar enkel in de periode van de eisprong tot het leggen van de eieren: het is dit weefsel dat het calcium levert dat nodig is voor de vorming van de eierschaal en embryo. Indien dit soort bot gevonden wordt in het fossiel, kunnen we ervan uitgaan dat het een vrouwelijke *T. rex* is.

### Stan, het wonder

Het skelet van Stan de *T. rex* draagt de sporen van talrijke verwondingen: gebroken en vergroeide ribben, nekwerfels die samengegroeid of geïmmobiliseerd zijn door overtollig bot ... En dan is er nog een gat aan de achterkant van zijn schedel: er past perfect een *T. rex* tand in! De meeste van deze verwondingen zijn toegebracht door andere tyrannosaurussen. Leefden ze in groepen? Vochten ze om dezelfde prooi? Hij overleefde zijn verwondingen allemaal: de wonden waren geheeld.

### Ja maar ...

Of het nu een aaseter of een roofdier was, *T. rex* was vleesetend. Het bewijs? Hij had jicht! Deze ziekte, waar ook mensen last van hebben, wordt vaak veroorzaakt door voedsel dat te rijk is aan rood vlees. Het veroorzaakt ontstekingen in de gewrichten van de ledematen en soms zelfs botletsels zoals bij tyrannosaurussen!

Het is heel waarschijnlijk dat grotere dinosaurussen, zoals sauropoden maar ook volwassen *T. rex*, hun interne lichaamstemperatuur min of meer constant konden houden. Inderdaad, hoe groter een dier, hoe langzamer het afkoelt: dit wordt gigantothermie genoemd.

### TE BEKIJKEN:

**Genaturaliseerde kraai** die net als *T. rex* ook een occasionele aaseter is

**Reeks tekeningen** die de evolutie van veren illustreert

**Van theropoden tot vogels**, tekeningen die de evolutie van theropoden tot vogels illustreren

### TE DOEN:

**Wat laten deze veren toe?** (elektronisch spelletje voor kleintjes)

**Gefilmd interview met Armand de Ricqlès** over groei van *T. rex*

**Gefilmd interview met Jack Horner** over het gedrag van *T. rex*. (jager of aaseter?)



Genaturaliseerde kraai

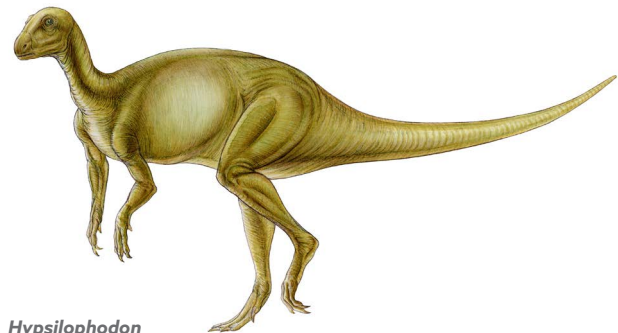
# Evolueren en uitsterven

## DE ORNITHOPODEN

Deze dinosaurussen vormen één van de meest diverse takken van de Ornithischia: er zijn meer dan 100 soorten bekend, ze kwamen voor van het Midden-Jura tot het Laat-Krijt. Maar het zijn allemaal ongewapende herbivoren. Ze hebben een snuit die wat naar beneden is gericht en het gewricht van de onderkaak met de schedel bevindt zich onder het niveau van het kauwvlak.

### Verlenging van de voorkant van het schaambeent

Euornithopoda hebben een aantal geavanceerde bekkenkenmerken ten opzichte van primitieve Ornithopoda, zoals de verlenging van de vooruitstekende deel van het schaambeent. Deze dieren leefden van het Midden-Jura tot het Laat-Krijt. *Hypsilophodon*, een primitieve Euornithopoda, is zeker iguanodonts tegengekomen: ook deze soort werd opgegraven in Engeland en Spanje, in lagen die dateren uit het Vroeg-Krijt. Zijn snelheid en behendigheid waren misschien wel zijn beste wapens om roofdieren te ontwijken.



*Hypsilophodon*

### Gehoornde bek op de bovenkaak

Iguanodontia hebben geen tanden meer in de voorkant van de bovenkaak maar een soort hoornige bek. *Zalmoxes*, een primitieve Iguanodontia, was slechts 3 meter lang, maar was extreem winterhard. Blijkbaar was Transsylvanië, waar hij woonde aan het einde van het Krijt, een eiland. Dit zou zijn kleine formaat kunnen verklaren: beter aangepast aan een klein gebied, waar de voedselbronnen beperkt zijn!

### Aanpassing van de hand naar een spoorvormige duim

Leden van de Ankylopollexia hebben een bijzonder langwerpige snuit. En hun handen zijn aangepast aan het dragen van een spoorvormige duim (zoals die van *Iguanodon*). *Lurdusaurus* is een relatief primitief lid van de Ankylopollexia. Hij leefde in Niger tijdens het Vroeg-Krijt. Hij moet er onhandig uit hebben gezien met zijn zware en massieve lichaam, vrij lange nek, krachtige voorpoten en korte achterpoten.



*Hypsilophodon foxii*

### Tenen eindigend in een kleine hoef

*Iguanodon* en zijn navolgers, de Hadrosauriformes, zijn allemaal grote ornithopoden. Elk van hun tenen eindigt met een kleine hoef, geen klauw. Ze hebben een diasteem - een tandeloze zone - tussen de "bek" en de eerste rij tanden. Deze zijn eenvoudiger en smaller op de bovenkaak dan op de onderkaak.

### Vereenvoudigde structuur van de tanden van de onderkaak

*Probactrosaurus*, die in het Vroeg-Krijt van China leefde, is een van de meest primitieve vertegenwoordigers van hadrosauriërs (Hadrosaurioidea) en heeft nog steeds een spoorvormige duim, zoals iguanodonts, maar de tanden in de vereenvoudigde onderkaak zijn beter georganiseerd in tandbatterijen zoals in meer geëvolueerde hadrosauriërs:



*Iguanodon*

dicht op elkaar gepak waarbij de rijen tanden in elkaar passen. De botten van de onderarm en de hand worden ook slanker bij hadrosauriërs.

### **Bactrosaurus**

Hadrosauriërs zijn bijzonder talrijk en gediversifieerd in Azië vanaf het Midden-Krijt. *Bactrosaurus*, ontdekt in het Laat-Krijt van China, is één van de meest primitieve en bekendste. Deze soort onderscheidt zich van *Probactrosaurus* door anatomische details die ze een beetje dichter bij de geëvolueerde hadrosauriërs plaatsen: de tandbatterijen zijn compacter, de botten van de hand zijn veel lichter en de duim is verdwenen.

### **Anatotitan**

De Hadrosauridae danken hun bijnaam "eendenbek dinosaurussen" aan hun lange, afgeplatte snuiten. Men herkent twee groepen: Lambeosaurinae met een holle kuif, zoals *Amurosaurus*, en de Hadrosaurinae met een volle kuif of zonder kuif, zoals *Anatotitan*. Deze laatste hebben grote neusgaten die waarschijnlijk waren omgeven door een huidmembraan dat hun gebrul versterkte door op te zwellen als een doedelzak. Wat is er bijzonder aan *Anatotitan*? Zijn aantal tanden: hij heeft er bijna 1000!

### **Amurosaurus en Olorotitan**

Lambeosaurinae zijn Hadrosauridae met een holle kuif. Deze richel, waarvan de vorm varieert afhankelijk van de soort, was een uitstekend middel voor visuele en akoestische herkenning. Die van *Amurosaurus* was een halve maan, terwijl die van *Olorotitan* erg langgerekt was. Zeer wijdverbreid in Noordoost-Azië aan het einde van het Krijt, leefden Lambeosaurinae waarschijnlijk in kuddes, niet ver van waterpoelen waar de vegetatie het meest overvloedig was.

### **Olorotitan arharensis**

Het is één van de allerlaatste dinosaurussen die in Azië heeft geleefd vóór de massaextinctie van het Laat-Krijt. Hij werd ontdekt in 2001 niet ver van de Amur, de grensrivier tussen Rusland en China. Net als *Parasaurolophus* is *Olorotitan* een Lambeosaurinae, een hadrosauriër wiens holle kuif zijn kreten versterkte.

### **Ja maar ...**

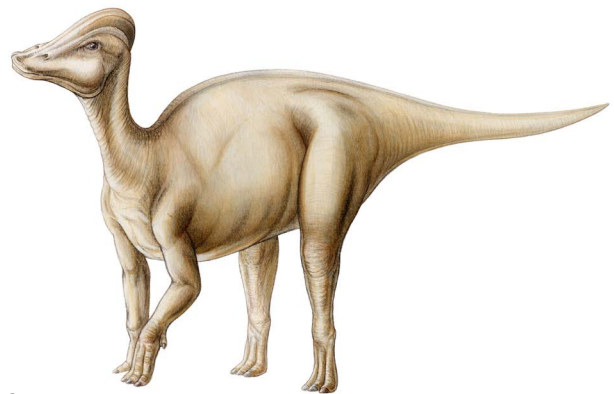
We vinden soms tanden en botfragmenten van dinosaurussen (niet de vogels!) in vroeg-tertiaire afzettingen: hebben sommigen soorten het uitsterven overleefd? In feite zijn deze fossielen, die waarschijnlijk van vóór het uitsterven dateren, door erosie in jongere aardlagen terechtgekomen!

### **Kuiven met verschillende functies ...**

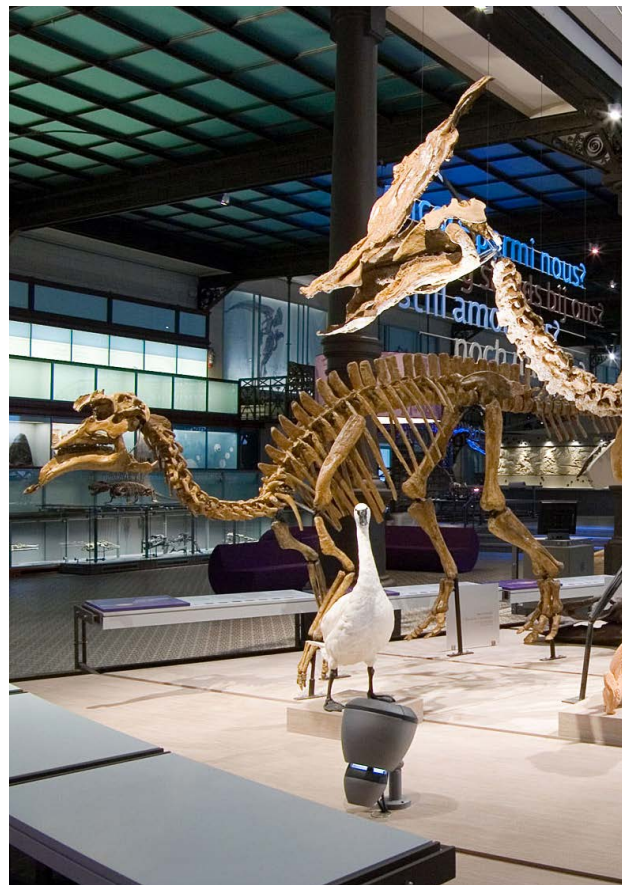
Of ze nu hol (in Lambeosaurinae) of massief (in Hadrosaurinae) waren, hadrosaurus-kuiven hadden uiteenlopende vormen naargelang de soort. Ze zouden gediend hebben om elkaar te herkennen onder leeftijdsgenoten, om seksuele partners aan te trekken of om rivalen te intimideren. Bovendien vormden de holle richels een klankbord wanneer de hadrosauriërs hun kreten uitten. Hierdoor konden ze over zeer lange afstanden communiceren.



*Probactrosaurus gobiensis*



*Amurosaurus*



*Amurosaurus en Olorotitan*

### Migrerende iguanodons?

Iguanodons waren zeer wijdverbreid in Europa in het Vroeg-Krijt. Maar in die tijd waren de continenten van het noordelijk halfrond nog niet helemaal gescheiden. Kuddes iguanodons konden dus door heel Laurazië trekken: er zijn sporen gevonden in Noord-Amerika en Mongolië! Degenen die zich in Azië vestigden, beleefden aan het einde van het Vroeg-Krijt een belangrijke fase van diversificatie: zo verschenen de eerste hadrosauriërs.

### TE BEKIJKEN:

#### ***Amurosaurus riabinini*** -68 MJ > -66 MJ

Blagoveschensk, Rusland (afgietsel)

#### ***Anatotitan copei*** -68 MJ > -66 MJ

Hell Creek Formation, VS (afgietsel)

#### ***Bactrosaurus johnsoni*** -70 MJ > -68 MJ

Erenhot, Binnen-Mongolië, China (afgietsel)

#### ***Hypsilophodon foxii*** -130 MJ > -120 MJ

Isle of Wight, Verenigd Koninkrijk (afgietsel gemaakt van verschillende exemplaren)

#### ***Iguanodon bernissartensis*** : voet -128 MJ > -125 MJ

Bernissart, België (afgietsel)

#### ***Lurdusaurus arenatus*** -120 MJ > -112 MJ

Gadoufaoua, Niger (afgietsel)

#### ***Olorotitan arharensis*** -68 MJ > -66 MJ

Kundur, Rusland (afgietsel)

#### ***Probactrosaurus gobiensis*** -130 MJ > -120 MJ

Dashuiguo, Binnen-Mongolië, China (originelen)

#### ***Zalmoxes shqiperorum*** -70 MJ > -68 MJ

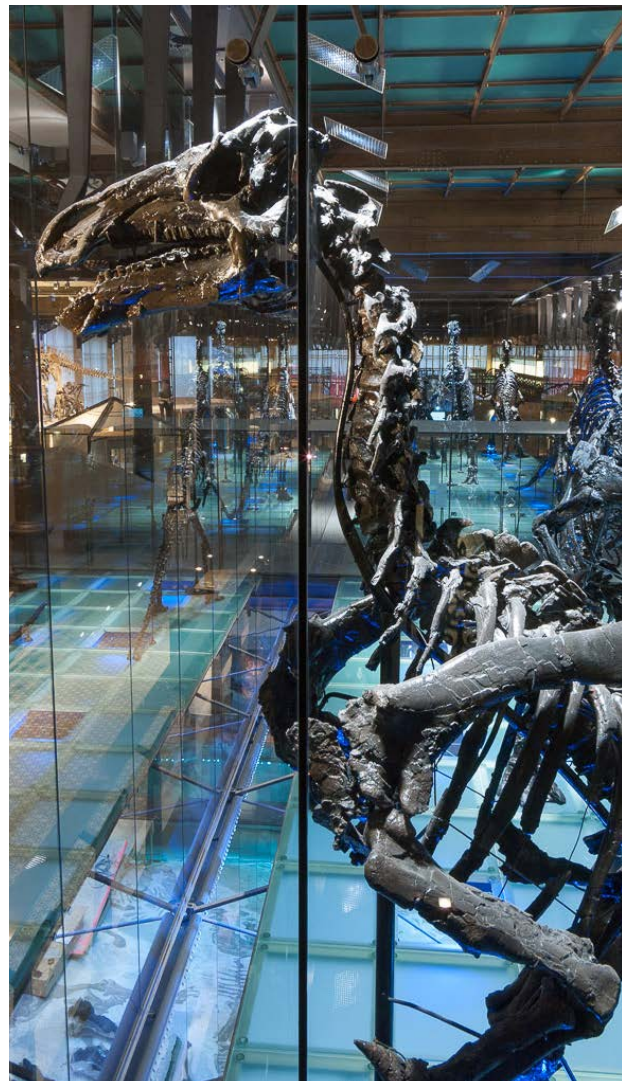
Nalat Vad, Transsylvanië, Roemenië (afgietsel)

### Evolutie van ornithopoden (tekeningen)

**Interview met Pascal Godefroit** over Aziatische dinosaurussen (video)

### TE DOEN:

**Ieder zijn eigen kuif!**



*Iguanodon bernissartensis*

## HET GROTE UITSTERVEN VAN HET EINDE VAN HET KRIJGT

Ongeveer 66 miljoen jaar geleden, op het einde van het Krijt en aan het begin van het Tertiair, stierf bijna twee derde van de planten- en diersoorten op aarde uit. Onder de slachtoffers zijn dinosaurussen (behalve sommige vogels), pterosauriërs, mosasauriërs, ammonieten en meer dan driekwart plankton! De inslag van een meteoriet voor de kust van Mexico was de oorzaak van deze catastrofale gebeurtenis.

### Chicxulub-krater

Deze krater, gelegen op het Mexicaanse schiereiland Yucatán, is gevormd tijdens de inslag van een gigantische meteoriet aan het einde van het Krijt. Door de impact zijn bepaalde stenen en mineralen ontstaan of vervormd. In de krater vinden we meestal sueviet, een mengsel van vaste en gesmolten fragmenten van het oorspronkelijke gesteente. Buiten de krater vinden we vooral gesteente dat werd verglaasd door hitte en "geschokt" kwarts (de lijnen in het mineraal zijn het gevolg van de schokgolf en de enorme druk).

### Bewijs door iridium

Over de hele planeet hebben geologen hoge concentraties iridium waargenomen in de dunne laag sediment die de grens tussen het Krijt en het Tertiair markeert. Hoewel dit metaal zeldzaam is op aarde, komt het vaak voor in meteorieten. Het kwam in de atmosfeer terecht toen een gigantische meteoriet ongeveer 66 miljoen jaar geleden voor de kust van Mexico neerstortte. Door de wind verspreid over grote afstanden, dwarrelde het vervolgens over het hele oppervlak van de aarde neer.

### De overlevers

Dit waren vooral kleine dieren waarvan het voortbestaan niet rechtstreeks afhangt van planten of plankton - tijdelijk schaarse goederen - maar eerder van rottend materiaal. Dit zijn de insecten, gewervelde zoetwaterdieren (vissen, amfibieën, schildpadden, krokodillen, enz.), kleine terrestrische reptielen (hagedissen, slangen, enz.), maar ook kleine insecten- of zaadetende zoogdieren. Deze laatste namen snel de plaats in van de uitgestorven dinosaurussen.

### De meteoriet van Mont-Dieu

Ze werd in verschillende delen ontdekt in het noorden van Frankrijk, in de buurt van het bos van Mont-Dieu. Het grootste fragment, hier tentoongesteld, weegt 435 kg. In zijn geheel moet de meteoriet meer dan 800 kg hebben gewogen. We zijn nog ver verwijderd van de ongeveer 10 km diameter van de Chicxulub meteoriet, maar het is nog steeds een van de grootste meteorieten van Europa! Zijn samenstelling? Een legering van ijzer en nikkel met insluitels van sulfiden en silicaten. Zijn afkomst? Waarschijnlijk is het de kern van een asteroïde die zich tussen Mars en Jupiter bevond.



Yucatán in Mexico



Fragment van de meteoriet van Mont-Dieu



### En ook nog ...

Tegelijkertijd ervoer India intense vulkanische activiteit: het Deccan-plateau is bedekt met een laag basalt van 2 km dik over bijna 500.000 km<sup>2</sup>, bijna zo groot als Frankrijk! De gassen, as en zwavelzuur die door vulkanen werden uitgestoten, zouden een rampzalig effect hebben gehad op de vegetatie en de planteneters die er afhankelijk van waren.

### **Triceratops horridus**

*Triceratops* betekent "Gezicht met drie hoorns". Dit is een van de weinige ceratopsiden wiens grote kraag aan de achterkant van de schedel niet lichter wordt gemaakt door openingen. De lengte van de hoorns en de vorm van de kraag verschillen zo sterk van individu tot individu dat sommige schedels - ten onrechte - zijn toegeschreven aan verschillende soorten!

### TE BEKIJKEN:

#### **Triceratops horridus** -68 MJ > -66 MJ

Hell Creek Formation, Montana, VS  
(afgietsel gemaakt van verschillende exemplaren)

#### **Anura indet.** -47 MJ

Messel, Duitsland (origineel)

#### **Erquelinnesia gosseleti** -57 MJ

Erquelinnes, België (origineel)

#### **Slang** verwant aan de boa's -47 MJ

Messel, Duitsland (origineel)

#### **Leptictidium sp.** -47 MJ

Messel, Duitsland (origineel)

#### **Meteorietfragment** uit Mont-Dieu

#### **Geologisch sectie** van de Krijt-Tertiair grens

#### **Kleimodel** van *Triceratops horridus*

#### **Foto's** van stuifmeelkorrels en versteende sporen uit het Laat-Krijt

#### **Grafiek** van veranderingen in de iridiumconcentratie op de grens tussen het Krijt en het Tertiair

#### **Macrofoto's** van sueviet, verglaasde gesteentes en geschokt kwarts

#### **Interview met Philippe Claeys** over de meteoriet die insloeg op het einde van het Krijt (video)



*Erquelinnesia gosseleti*



*Kleimodel van Triceratops horridus*

# Dino of geen dino?

## DINO

### De stamboom van de dinosaurussen

Net als wij zijn dinosaurussen tetrapoden (terrestrische gewervelde dieren) en amnioten (het embryo ontwikkelt zich in een zakje gevuld met vruchtwater). De Amniota bevat twee grote groepen: de synapsiden ("zoogdierreptielen" en zoogdieren) en diapsiden. Deze groepen onderscheiden zich door het aantal en de positie van de schedelopeningen in de slaap. De diapsiden omvatten lepidosauromorfen (slangen, hagedissen ...) en archosauriërs (pterosauriërs, krokodillen en dinosaurussen).

### Wat kenmerkt dinosaurussen?

Zoals alle archosauriërs hebben ze een schedelopening aan de voorkant van elke oogkas en tanden die niet aan de kaken zijn vastgecementeerd, maar in holtes groeien. De dinosaurussen hebben poten die verticaal onder het lichaam staan (ze staan nogal lateraal bij andere archosauriërs). Deze rechtopstaande houding verbetert hun voortbeweging aanzienlijk. Wat nog belangrijker is, het maakt de evolutie van dieren mogelijk die op hun achterpoten liepen, zoals *Velociraptor*, of hele grote vierpotige dieren, zoals *Diplodocus*.

### Hoofdkenmerken van een dinosaur

De hoofdkenmerken van een dinosaur worden aangetoond op het skelet van een plateosauriër. Het gaat onder meer over de volgende kenmerken: een verkleinde of compleet verdwenen 4e en 5e vinger, een schouder die achterwaarts kan draaien, meer dan drie sacrale wervels, een opening in het midden van het bekken, een uitsteeksel aan de voorzijde van het scheenbeen en een middenvoet en enkel die in rust zijn opgetrokken.



Plateosaurus

## TE BEKIJKEN:

### Plateosaurus sp. -210 MJ

Frick, Zwitserland (origineel, assemblage van twee individuen)

**Video** over de ontdekking van Ben de Plateosaurus.

## GEEN DINO

### Dit zijn geen dinosaurussen

1. Pterosauriërs zoals *Pteranodon longiceps* leefden in dezelfde tijd als dinosaurussen en zijn nauw verwant aan hen: het zijn ook archosauriërs. Maar ze hebben veel verschillen, vooral in het bekken en de enkels.

2. Krokodillen zoals Leval's *Crocodylus depressifrons* zijn ook archosauriërs en nauwe verwanten van dinosaurussen. Maar hun houding is rechtop als ze rennen en half rechtop als ze wandelen (de benen buigen naar buiten).



Plateosaurus sp.

3. Het "zoogdierreptiel" *Dimetrodon* heeft slechts één paar openingen in de slaap, in tegenstelling tot dinosaurussen die er twee hebben. Het is dus een synapside. Bovendien leefde hij lang voor de dinosaurussen, iets minder dan 300 miljoen jaar geleden.

4. Mosasauriërs, zoals deze *Plioplatecarpus houzeaui* uit Spiennes, leefden tegelijkertijd met dinosaurussen, in het Laat-Krijt, maar het zijn geen archosauriërs. In feite zijn deze zeehagedissen lepidosauromorfen die nauw verwant zijn aan slangen en varanen.

5. Champosauriërs, zoals deze *Champsosaurus lemoinei* uit Erquelinnes, zijn moeilijk te classificeren, maar het zijn geen archosauriërs. Ze waren tijdgenoten van de dinosaurussen, maar ze overleefden tot in het Tertiair.

6. Hoewel ze ook zijn ontstaan in het Laat-Trias, hebben schildpadden zoals deze *Allopleuron hofmanni* geen schedelopeningen in de slaap. Sommigen classificeren ze als primitieve amnioten, maar anderen beschouwen ze als gespecialiseerde diapsiden.

#### TE BEKIJKEN:

***Allopleuron hofmanni*** -68 MA > -65 MJ  
(origineel)

***Champsosaurus lemoinei*** -57 MJ  
(origineel)

***Crocodylus depressifrons*** -55 MJ  
(origineel)

***Dimetrodon*** -299 MJ > -275 MJ  
Texas, Oklahoma, VS (afgietsel)

***Plioplatecarpus houzeaui*** -70 > -68 MJ  
(origineel)

***Pteranodon longiceps*** -91 MJ > -89 MJ  
Kansas, VS (afgietsel)



*Dimetrodon*



*Allopleuron hofmanni*

## Allen op hetzelfde moment?

Niet alle dinosaurussen leefden tegelijkertijd op dezelfde plek!

### Geschiede fossielen om te dateren

Ammonieten waren mariene koptotigen zoals octopussen, en leefden in dezelfde tijdspanne als de dinosaurussen. Ze vonden bescherming in een schelp die vaak in een spiraal was opgerold. Verschillende soorten verspreidden zich over uitgestrekte gebieden en nieuwe soorten volgden elkaar snel op in de tijd. Dit maakt ze uitermate geschikte gidsfossielen waarmee we lagen kunnen dateren. Als twee geografisch ver verwijderde geologische lagen dezelfde soort ammonieten bevatten, kunnen we zeggen dat ze uit dezelfde tijd komen!

### TE BEKIJKEN:

**Ammonieten, gidsfossielen** (originelen)

### TE DOEN:

**Gidsfossielen:** begin met drie correct geplaatste ammonieten en breng elke ammoniet terug naar zijn laag.

### De aarde in de tijd van de dinosaurussen

Sinds het verschijnen van de dinosaurussen tijdens het Trias, is de aarde veel veranderd. In die tijd vormden de continenten één geheel, Pangaea, omgeven door een enkele oceaan, Panthalassa. Aan het begin van het Jura splitste Pangea zich in twee: Laurasia (Noord-Amerika, Europa en Azië) in het noorden en Gondwana (Zuid-Amerika, Afrika, Australië, India en Antarctica) in het zuiden. De splitsing zette zich voort in het Krijt en sindsdien zijn de continenten verder uit elkaar geschoven.

### TE BEKIJKEN:

**4 kaarten** met platentektoniek van het Laat-Trias tot het Laat-Krijt

**15 diorama's** die de belangrijkste locaties vertegenwoordigen waar de dinosaurussen die in de zaal te zien zijn, vandaan komen

**Tijdslijn** van de aarde met illustratie van enkele belangrijke gebeurtenissen (op de mezzanine)



Ammoniet

## De aarde in het Trias

Toen de eerste dinosaurussen in het midden van het Trias verschenen, was er maar één supercontinent, Pangaea. Het strekte zich uit van de Noordpool tot de Zuidpool en werd omringd door een enkele superoceaan, Panthalassa. Het klimaat was erg droog, behalve in de poolgebieden die geteisterd werden door moessons. Coniferen waren de meest voorkomende en diverse bomen in deze periode: ze waren beter bestand tegen droogte dan andere planten van die tijd.



De aarde in het Trias

## Gewervelde dieren aan het einde van het Trias

De zoogdierachtige reptielen en primitieve amfibieën van het Vroeg-Trias werden geleidelijk vervangen door nieuwe groepen van dieren tijdens het Laat-Trias. Onder deze modernere gewervelden vinden we de neven en nichten van krokodillen in rivieren, pterosauriërs in de lucht, kleine zoogdieren en dinosaurussen op het land. Snel, wendbaar en goed aangepast aan het droge klimaat, domineerde deze laatste snel de continenten vanaf het einde van het Trias.

### TE BEKIJKEN:

#### ***Eudimorphodon* sp.** -210 MJ > -200 MJ

Saint-Nicolas-de-Port, Frankrijk (origineel)

#### ***Gaumia longiradicata*** -210 MJ > -200 MJ

Saint-Nicolas-de-Port, Frankrijk (origineel)

#### ***Lepagia gaumensis*** -210 MJ > -200 MJ

Saint-Nicolas-de-Port, Frankrijk (origineel)

#### ***Meurthodon gallicus*** -210 MJ > -200 MJ

Saint-Nicolas-de-Port, Frankrijk (origineel)

#### ***Ornithischia* indet.** -210 MJ > -200 MJ

Habay-la-Vieille, België (origineel)

#### ***Phytosauria* indet.** -210 MJ > -200 MJ

Saint-Nicolas-de-Port, Frankrijk (origineel)

#### ***Prosauropoda* indet.** -210 MJ > -200 MJ

Habay-la-Vieille, België (origineel)

#### ***Sauropoda* indet.** -210 MJ > -200 MJ

Habay-la-Vieille, België (origineel)

#### **Schedel van *Mastodonsaurus* sp.** -237 MJ > -225 MJ

Duitsland (afgietsel)

#### ***Tricuspes sigogneauae*** -210 MJ > -200 MJ

Saint-Nicolas-de-Port, Frankrijk (origineel)

#### ***Woutersia mirabilis*** -210 MJ > -200 MJ

Saint-Nicolas-de-Port, Frankrijk (origineel)

Habay-la-Vieille, België (origineel)



Schedel van *Mastodonsaurus* sp.

## TE DOEN:

**Twee Wentzscopes** maken de observatie van microfossielen van het einde van het Trias mogelijk

### De aarde in het Jura

Tijdens het Jura begint Pangaea uit elkaar te vallen in verschillende blokken. Dit heeft gevolgen voor het klimaat, dat natter wordt naarmate de twee delen de polen naderen. Er ontstaan enorme naaldbossen die onderdak bieden aan veel kleine dieren. Op de drogere vlaktes van het Laat-Jura is de vegetatie veel schaarser, vooral omdat hordes gigantische sauropoden die er rondzwerven, alles op hun pad verslinden en verpletteren!

### Pterosauriërs

Het luchtruim tijdens het Jura behoorde aan de pterosauriërs. Deze neven en nichten van de dinosaurussen ontstaan aan het einde van het Trias en diversifieerden aan het begin van het Jura. Ze zijn dan klein, hebben lange staarten en leven langs kusten en meren. Tijdens een tweede evolutiegolf ontstaan in het Laat-Jura de kortstaartige pterodactyloïden. In het Krijt bereikte de grootste soorten (cf. *Hatzegopteryx* en *Quetzalcoatlus*) een spanwijdte van 12 m en konden ver landinwaarts vliegen.

### Europa onder water

In het Jura was het grootste deel van Europa bedekt met een warme en ondiepe zee bevolkt door koralen, belemnieten, ammonieten, vissen ... Krokodillen en plesiosaurussen, de grote roofdieren van de Jura-zeeën, hebben geen gebrek aan prooien! De ichthyosaurussen, met hun gestroomlijnde lichaam, hun peddelvormige poten en hun staart die in een vin is veranderd, zijn ongetwijfeld de best aangepaste reptielen voor een mariene leefomgeving.

## TE BEKIJKEN:

**Alligatorellus beaumonti** -130 MJ > -120 MJ

Cerin, Frankrijk (afgietsel)

**Ammonieten** -183 MJ > -180 MJ

Dudelange, Groothertogdom Luxemburg (originelen)

**Archaeopteryx lithographica** -155 MJ > -145 MJ

Solnhofen, Duitsland (afgietsel)

**Compsognathus longipes** -155 MJ > -150 V MJ

Solnhofen, Duitsland (afgietsel)

**Crocodyliformis robustus** -130 V MJ > -120 MJ

Cerin, Frankrijk (afgietsel)

**Dapedium sp.** -183 MJ > -180 MJ

Holzmaden, Duitsland (origineel)



De aarde in het Jura



Wentzscope

**Homeosaurus pulchellus** -130 MJ > -120 MJ

Solnhofen, Duitsland (afgietsel)

**Idiochelys fitzingeri** -130 V MJ > -120 MJ

Cerin, Frankrijk (afgietsel)

**Pterodactylus elegans** -155 MJ > -150 MJ

Solnhofen, Duitsland (afgietsel)

**Rhamphorhynchus munsteri** -155 MJ > -150 MJ

Eichstätt, Duitsland (afgietsel)

**Sapheosaurus thiollierei** -130 MJ > -120 MJ

Cerin, Frankrijk (afgietsel)

**Scaphognathus crassirostris** -155 MJ > -150 V

Solnhofen, Duitsland (afgietsel)

**Stenopterygius longifrons** en **Stenopterygius hauffianus**

-183 MJ > -180 MJ

Bascharage, Groothertogdom Luxemburg (originelen)

### De aarde in het Vroeg-Krijt

De grote continentale platen schuiven steeds verder van elkaar af: de flora en fauna evolueren op elk deel anders. Het klimaat wordt veel vochtiger, nieuwe planten ontwikkelen zich en in het Vroeg-Krijt verschijnen de eerste bloemplanten (angiospermen). Met hun snelle groei en voortplanting zijn ze de eerste planten die gebieden herkoloniseren die zijn verwoest door kuddes herbivore dinosaurussen.

### En elders in de wereld?

In het Vroeg-Krijt zijn er kleine, primitieve ceratopsiden zoals *Psittacosaurus*, in overvloed in Azië. En de weelderige bossen van Liaoning, in de Sihetun-regio (in China), herbergen een groot aantal kleine gevederde theropoden, waaronder primitieve vogels. In Brazilië smullen spinosauride theropoden van pterosauriërs en vissen, zoals blijkt uit de prachtige fossielen die zijn opgegraven uit de Santana-formatie ...

### TE BEKIJKEN:

**Ararilepidotes temnurus** -125 MJ > -120 MJ

Santana Formation, Brazilië (origineel)

**Calamopleurus audax** -125 MJ > -120 MJ

Santa Formation, Brazilië (origineel)

**Cladocylus gardneri** -125 MJ > -120 MJ

Santa Formation, Brazilië (origineel)

**Coracoïde en tibia van Sauropoda indet.** -128 MMJ > -125

MJ Baudour, België (originelen)

**Ephemeropsis trisetalis** -130 MJ > -125 MJ

Sihetun, Liaoning, China (origineel)



De aarde in het Vroeg-Krijt



Coracoïde van een Sauropoda indet.



Notelops brama

***Lycoptera sp.*** -130 MJ > -125 MJ  
Sihetun, Liaoning, China (origineel)

***Notelops brama*** -125 MA > -120 MA  
Santana Formation, Brazilië (origineel)

**Staat en kaak van *Iguanodon sp.*** -128 MJ > -125 MJ  
Isle of Wight, Verenigd Koninkrijk (originelen)

**Schedel van *Hypsilophodon foxii*** -128 MJ > -125 MJ  
Isle of Wight, Verenigd Koninkrijk (originelen)

**Schedel van *Psittacosaurus lujiatunensis***  
-130 MJ > -125 MJ  
Sihetun, Liaoning, China (origineel)

***Vinctifer comptoni*** -125 MJ > -120 MJ  
Santa Formation, Brazilië (origineel)

**Wervel van Theropoda indet.** -128 MJ > -125 MJ  
Isle of Wight, Verenigd Koninkrijk (origineel))

### De aarde in het Laat-Krijt

Kort voor het uitsterven op het einde van het Krijt begon de temperatuur te dalen, de dichte bossen van het Vroeg-Krijt maakten plaats voor schaarsere landschappen. De zeespiegel daalt: er zijn doorgangen mogelijk tussen Europa en Afrika, Azië en Noord-Amerika ... De explosie van bloemplanten begunstigt die van insecten, vogels en zoogdieren. En terwijl mariene reptielen en pterosauriërs achteruitgaan, zijn dinosaurussen nog nooit zo divers geweest.

### Europa in het Laat-Krijt

Aan het einde van het Krijt vormde Europa een groep grote eilanden, bevolkt door talloze dinosaurussen: kleine Iguanodontia, primitieve hadrosauriërs, ankylosauriërs, sauropoden, theropoden en primitieve vogels. Door hun isolement lijken ze minder ontwikkeld te zijn dan soorten uit Azië en Noord-Amerika. In ieder geval zou de geringe omvang van de dinosaurussen in Roemenië (zoals *Zalmoxes*) wijzen op een aanpassing aan deze leefomgeving op het eiland.

### TE BEKIJKEN:

***Ampelosaurus atacis*** -75 MJ  
Campagne-sur-Aude, Frankrijk (afgietsel)

***Ankylosauria indet.*** -75 MJ  
Vileveyrac, Frankrijk (afgietsel)

Tanden van ***Craspedodon lonzeensis*** -87 MJ > -83 MJ  
Loncée, Belgique (original)

***Hadrosauroidea indet.*** -75 MJ  
Haute-Garonne, Frankrijk (afgietsel)



*Lycoptera sp.*



De aarde in het Laat-Krijt



*Saurocephalus intermedius*



**Hadrosauroidea indet. -75 MJ**

Haute-Garonne, Frankrijk (afgietsel)

**Hoplopteryx sp. -70 MJ > -68 MJ**

Ciply, België (origineel)

**Magyarosaurus sp. -70 MJ > -68 MJ**

Transsylvanië, Roemenië (afgietsel)

Dijbeen van **Megalosaurus bredai -68 MJ > -66 MJ**

Saint-Pierre berg, Nederland (afgietsel)

Klauw van **Megalosaurus lonzeensis -87 MJ > -83 MJ**

Lonzée, België (origineel)

Dijbeen, scheenbeen en staartwervel van **Orthomerus**

**dolloi, Hadrosauroidea indet. -68 MJ > -66 MJ**

Limburg, België (originelen)

**Protosphyraena ferox -70 MJ > -68 MJ**

Ciply, België (origineel)

**Rhabdodon priscus -75 MJ**

Fox-Amphoux, Frankrijk (afgietsel)

**Saurocephalus intermedius -70 MJ > -68 MJ**

Ciply, België (origineel)

**Struthiosaurus transylvanicus -70 MJ > -68 MJ**

Transsylvanië, Roemenië (afgietsel)

**Telmatosaurus transylvanicus -70 MJ > -68 MJ**

Transsylvanië, Roemenië (afgietsel)

**Theropoda indet. -70 MJ > -68 MJ**

Transsylvanië, Roemenië (afgietsel)

**Variraptor mechinorum -75 MJ**

Fox-Amphoux, Frankrijk (afgietsel)

**Tertiair, tijdperk van dinosaurussen?**

Tegen het einde van het Krijt zijn moderne vogels (Neornithes) al goed vertegenwoordigd door primitieve vormen van duikers, aalscholvers, eenden, kippen en misschien zelfs papegaaien! Maar vanaf het begin van het Tertiair ondergaan ze een evolutionaire explosie vergelijkbaar met die van zoogdieren. En vandaag, met meer dan 9700 geregistreerde levende soorten, zijn vogels twee keer zo divers als zoogdieren. Dinosaurussen zijn dus nog lang niet uitgestorven!

**TE BEKIJKEN:**

**Aves indet. -47 MJ**

Messel, Duitsland (originelen)

**Messelornis cristata -47 MJ**

Messel, Duitsland (originelen)



**Struthiosaurus transylvanicus**



**Theropoda indet.**



**Aves indet.**