

Vautierstraat 29
1000 Brussel

natural
sciences
.be



DIDACTISCH DOSSIER

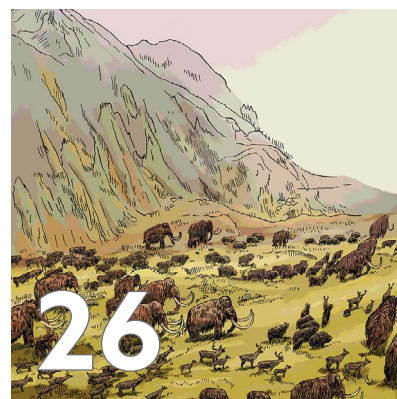
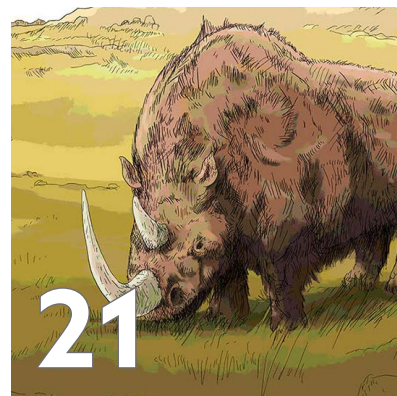
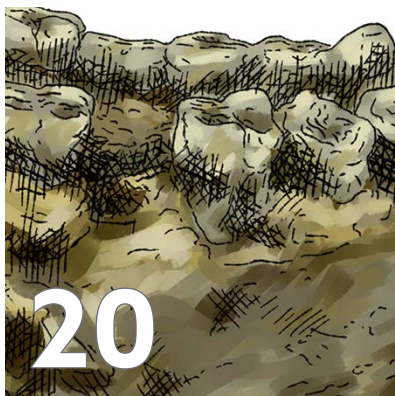


GIANTS

INHOUDSTAFEL

GIANTS

INLEIDING	4
CHRONOLOGISCH KADER	5
<i>Multituberculata</i> (<i>Kryptobaatar</i> sp.)	6
WAT IS EEN GIGANT?	8
PLATTEGROND	9
PARCOURS	10
DE GIGANTEN UIT HET CENOZOÏCUM	11
Paleogeen	11
1. Reuzenslang (<i>Titanoboa cerrejonensis</i>)	11
2. Prehistorische neushoorn (<i>Paraceratherium</i> sp.)	12
Neogeen	13
3. Reuzentandhaai (<i>Otodus megalodon</i>)	13
4. Prehistorische potvis (<i>Livyatanvillei</i>)	15
Kwartair	17
5. Reuzengrondluiaard (<i>Megatherium americanum</i>)	17
6. Sabeltandkat (<i>Smilodon populator</i>)	18
7. Reuzenaap (<i>Gigantopithecus blacki</i>)	19
8. Wolharige neushoorn (<i>Coelodonta antiquitatis</i>)	21
9. Holenleeuw (<i>Panthera spelaea</i>)	22
10. Reuzenhert (<i>Megaloceros giganteus</i>)	23
11. Wolharige mammoet (<i>Mammuthus primigenius</i>)	24
EEN STREEPJE PALEOGENETICA	27
DE GIGANTEN VAN VANDAAG	29
1. Blauwe vinvis (<i>Balaenoptera musculus</i>)	29
2. Walvishaai (<i>Rhincodon typus</i>)	30
3. Savanneolifant (<i>Loxodonta africana</i>)	31
4. Komodovaraan (<i>Varanus komodoensis</i>)	32
5. Lederschilpad (<i>Dermochelys coriacea</i>)	33
EN HET TEGENGESTELDE ... DWERGGROEI	34
1. Dwergolifant (<i>Elephas falconeri</i>)	35
2. Dwergnijlpaard (<i>Hippopotamus lemerlei</i>)	35
3. Floresmens (<i>Homo floresiensis</i>)	35
Bibliografie	36



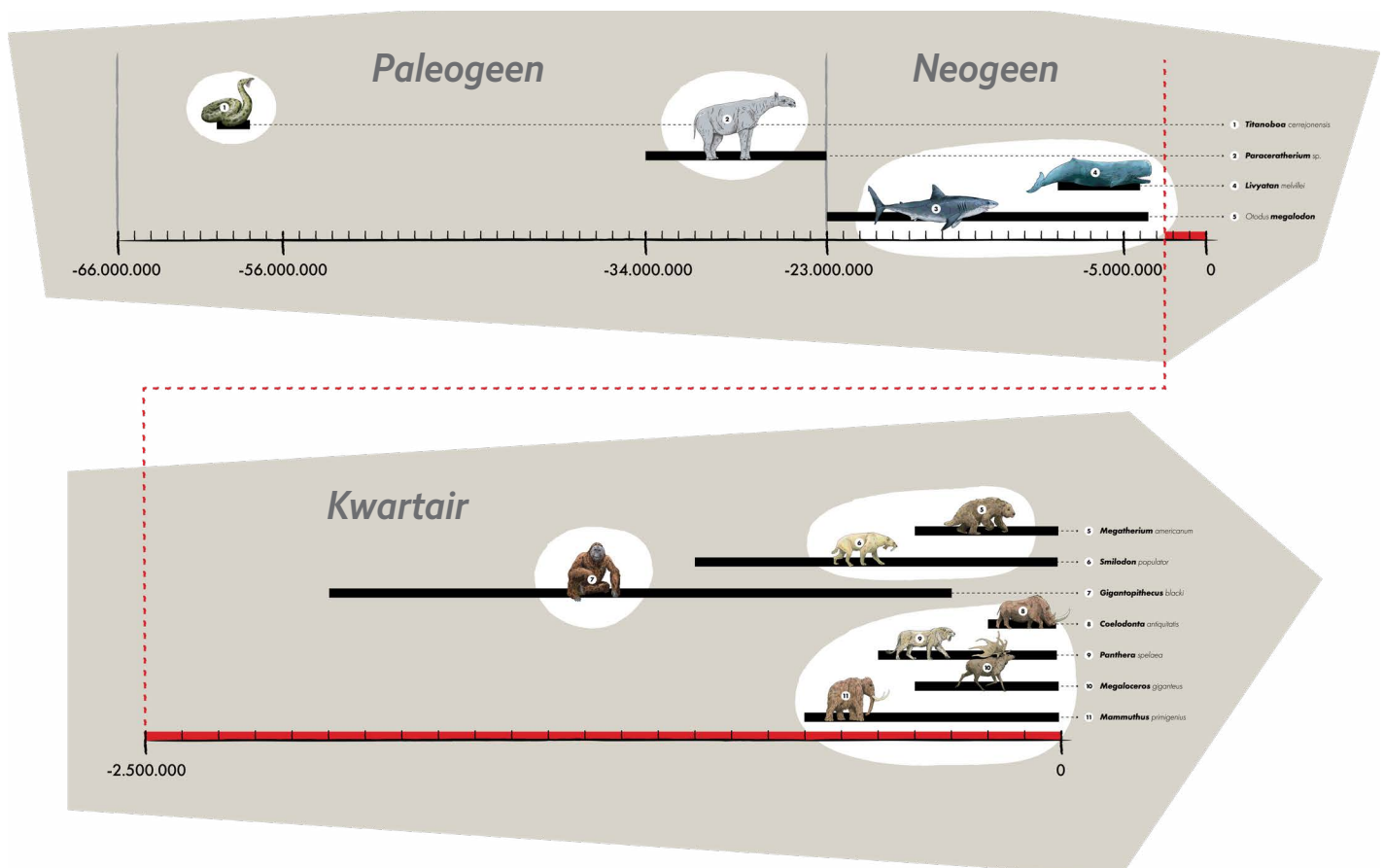


Inleiding

CHRONOLOGISCH KADER

"Giganten" hebben gedurende de hele geschiedenis van het leven op onze planeet bestaan. De eersten waaraan wij denken zijn ongetwijfeld de grote dinosauriërs uit het mesozoïcum. Andere reuzen bevolkten de planeet lang vóór deze dinosauriërs, zoals de geleedpotigen uit het carboon (libellen met een spanwijdte van 70 cm, miljoenpoten met een lengte van 2 meter, enz.).

Na het verdwijnen van de grote dinosauriërs 66 miljoen jaar geleden, ontwikkelden andere dieren zich op hun beurt tot reuzen. De tentoonstelling richt zich op elf van deze dieren uit het cenozoïcum, het tijdperk dat begint na de uitstervingsgolf aan het einde van het krijt, 66 miljoen jaar geleden, met een speciale focus op de zoogdieren. Het cenozoïcum wordt in 3 periodes verdeeld: paleogeen, neogeen en kwartaair.



**Maar hoe konden dieren zulke gigantische proporties aannemen?
Om dit te begrijpen, gaan we even terug in de tijd ...**

Zo'n 66 miljoen jaar geleden stortte een meteoriet neer op aarde, met verwoestende gevolgen. De inslag veroorzaakte grote branden, bracht enorme hoeveelheden stof en gas in de atmosfeer en veroorzaakte destructieve tsunami's.

Dit leidde tot drastische veranderingen in het milieu, waaronder klimaatverstoreningen en minder zonlicht dat het aardoppervlak bereikte. De soorten die toen bestonden ondervonden meteen de gevolgen en alle dinosauriërs behalve de vogels verdwenen van de aarde.

Tijdens deze massale uitsterving kwamen veel ecologische niches vrij, die snel ingenomen werden door nieuwe soorten die zich snel diversifieerden. Onder de overlevenden waren de multituberculaten, een groep oude zoogdieren zoals de *Kryptobaatar*, die in de tentoonstelling te zien is. Deze kleine dieren verspreidden zich tijdens het mesozoïcum, toen de dinosauriërs nog leefden, en diversifieerden hun vormen en voedingsgewoonten. Dit zoogdier had een schedel van 2,6 cm en knaagdierachtige tanden, maar was omnivoor en huppelde waarschijnlijk rond als een woestijnrat.

Multituberculaten hadden unieke aanpassingen, waaronder gespecialiseerde tanden en beweeglijke ledematen, waardoor ze zich in verschillende habitats thuisvoelden en zich konden voeden met een verscheidenheid aan voedsel.

TE ZIEN:

***Kryptobaatar* sp.**

Gedeeltelijk skelet, origineel

Bayan Mandahu, Binnen-Mongolië, China

© Inner Mongolia Museum & Koninklijk Belgisch
Instituut voor Natuurwetenschappen

De overgang van het krijt naar het cenozoïcum was een belangrijk kantelpunt in de evolutionaire geschiedenis van onze planeet. Het uitsterven van de dinosauriërs zorgde ervoor dat andere organismen zich konden ontwikkelen en leidde tot de diversificatie van de zoogdieren en alle soorten die we vandaag kennen. De voorouders van deze hedendaagse dieren konden enorme afmetingen bereiken in het paleoceen!



Paleogeen en neogeen

Het paleogeen en neogeen zijn twee opeenvolgende geologische periodes die samen het grootste deel uitmaken van het cenozoïcum. Dit is het tijdperk waarin onder andere de moderne fauna en flora voorkomt.

Het **paleogeen** (onderverdeeld in het **paleoceen**, **eoceen** en **oligoceen**) loopt van ongeveer 66 tot 23 miljoen jaar geleden en was een periode van grote veranderingen op aarde. Nieuwe soorten en ecosystemen ontstonden na het massale uitsterven van de dinosauriërs (met uitzondering van de vogels). Het is ook een periode van tektonische activiteit en de vorming van nieuwe bergketens zoals de Andes, de Himalaya, de Alpen en de Rocky Mountains.

Het **neogeen** (onderverdeeld in **mioceen** en **plioceen**) volgde op het paleogeen en duurde van ongeveer 23 miljoen tot 2,6 miljoen jaar geleden. Tijdens het neogeen onderging de aarde opnieuw grote veranderingen, waaronder de ontwikkeling van moderne savanne-ecosystemen. Binnen de dierenwereld ontstonden de grazende zoogdieren en verschenen de mensapen.

Het was ook een periode van afkoeling van het klimaat, die leidde tot de vorming van de ijskappen op de Noord- en Zuidpool. Op het einde van het neogeen was er een verdere afkoeling van het klimaat en groeiden de ijskappen op het Noordelijk halfrond, wat uiteindelijk leidde tot een ijstijd.

Kwartair

Het **kwartair** is de geologische periode die ongeveer 2,6 miljoen jaar geleden begon en loopt tot op de dag van vandaag. Het kwartair wordt verdeeld in twee periodes: het **pleistoceen** en het **holoceen**.

Het pleistoceen beslaat het grootste deel van het kwartair, van ongeveer 2,6 miljoen jaar geleden tot 11.700 jaar geleden. Het pleistoceen wordt gekenmerkt door verschillende ijstijden en tussenijstijden (glaciaal en interglaciaal), waarin de temperatuur op aarde afwisselend daalde en steeg. Tijdens deze ijstijden breidden de Arctische en Antarctische ijskappen zich uit, waardoor de zeespiegel daalde en enorme landbruggen ontstonden. Dit had belangrijke gevolgen voor de evolutie van het leven op aarde, omdat soorten zich konden verspreiden naar nieuwe continenten. Het einde van het pleistoceen wordt gekenmerkt door het uitsterven van vele grote zoogdieren, zoals de holenbeer en de wolharige neushoorn. Mogelijk was dit het gevolg van klimaatverandering en van menselijke activiteiten.

WAT IS EEN GIGANT?

Wij zijn geneigd onze eigen menselijke maat als norm te nemen, en vinden daarom een olifant erg groot en een konijn erg klein. Als we echter kijken naar de gemiddelde grootte van alle zoogdiersoorten samen, blijkt dat het gemiddelde gewicht ongeveer 450 g is, wat overeenkomt met een kleine rat. Dit kunnen we verklaren doordat er veel meer knaagdieren en vleermuizen zijn dan bijvoorbeeld antilopen en walvissen. Deze verandering van perspectief maakt van een konijn een groot zoogdier.

Ondanks de relativiteit van het begrip "gigant" wordt er toch van uitgegaan dat een gewerveld dier meer dan 45 kg moet wegen om in de categorie «megafauna» te vallen. Voor megaherbivoren moet een zoogdier zelfs meer dan 1000 kg wegen. Vandaag de dag zijn dat olifanten, neushoorns, nijlpaarden, bizon, waterbuffels en giraffen. De reuzen uit het cenozoïcum waren onder andere Paraceratherium, Megatherium, mammoet, Gigantopithecus.

Deze megafauna heeft verschillende dingen gemeen:

- **Weinig natuurlijke vijanden, gezien hun imposante omvang**
- **Een lange levensduur**
- **Een trage groei**
- **Een vrij late geslachtsrijpheid**
- **Een lange draagtijd**
- **Nestgrootte vaak beperkt tot één jong**
- **Zorg voor de jongen**

Sommige van deze kenmerken zijn relatief voordelig. Ten eerste, het feit dat ze geen natuurlijke vijanden meer hebben. Ten tweede, hun jarenlange zorg voor hun kroost. Daarnaast is er het feit dat ze minder voedsel nodig hebben in verhouding tot hun lichaamsmassa, vergeleken met een klein dier, waardoor ze een grotere overlevingskans hebben.

Maar groot en massief zijn heeft niet alleen voordelen. Het is prima in een stabiele, voedselrijke omgeving, maar het wordt een probleem in tijden van hongersnood of plotselinge veranderingen in de omgeving, zoals klimaatverandering. Een dergelijk lichaam voeden is geen gemakkelijke taak en de minste verandering in het ecosysteem kan dodelijke gevolgen hebben. Deze reuzen zijn dus zeer kwetsbaar wanneer hun omgeving verandert. Het enige alternatief is om te gaan kijken of er elders niet meer voedsel is. Als dat niet mogelijk is, heeft dat gevolgen. Aangezien hun lage voortplantingssnelheid leidt tot een verminderde aanpassingssnelheid, betekent dit vaak uitsterving. Dit is de evolutionaire regel: verhuizen, aanpassen of sterven.

De aarde is altijd onderhevig geweest aan sterke klimaatschommelingen. Deze quasi-permanente instabiliteit heeft grote druk uitgeoefend op de megafauna. Doorheen de evolutionaire geschiedenis van de fauna op onze planeet zijn er vaak meerdere malen immense exemplaren uitgestorven.

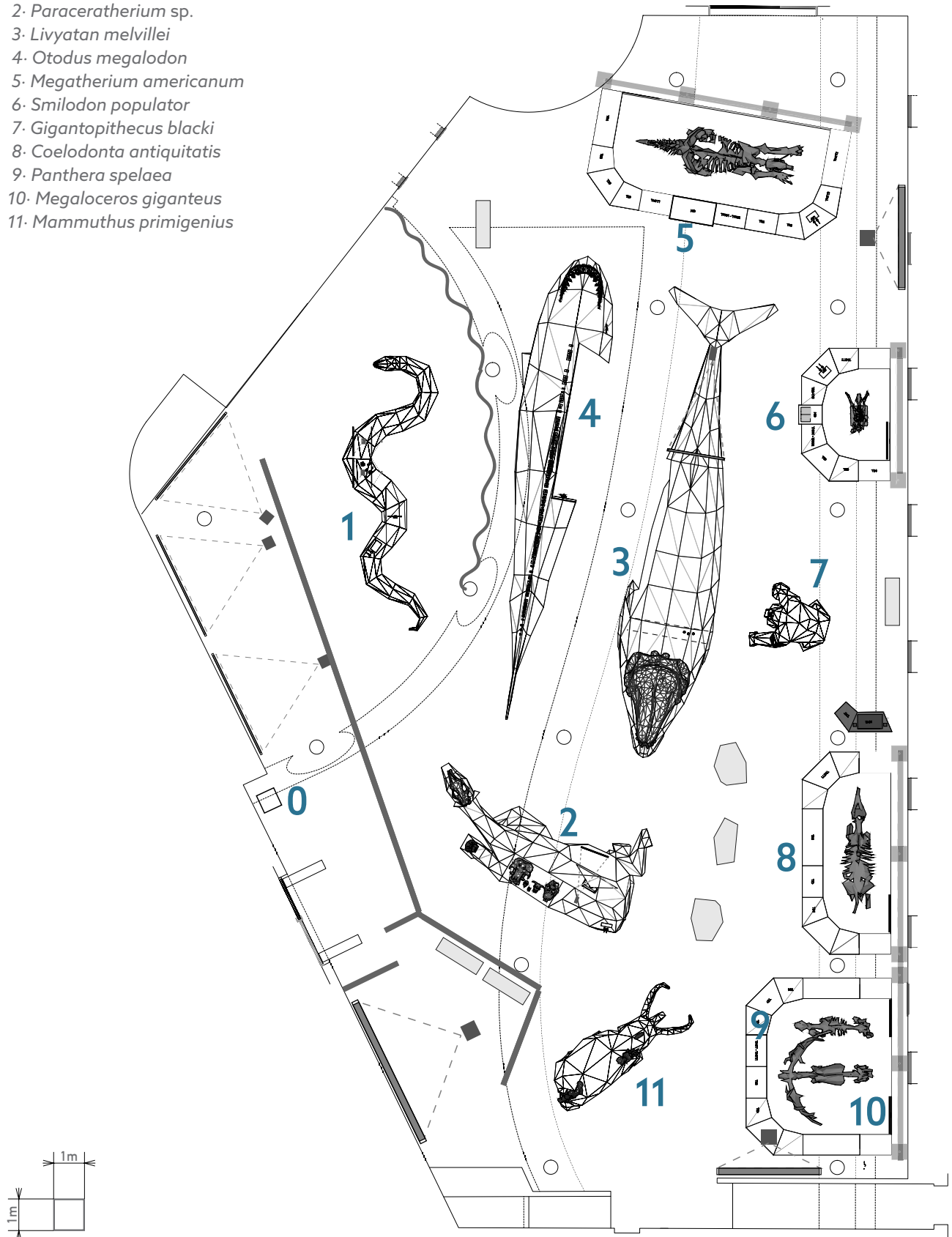
Hoelang het duurt voordat een dier reusachtig wordt, hangt af van de omgeving. De groei verloopt sneller in een aquatisch milieu dan op het land.

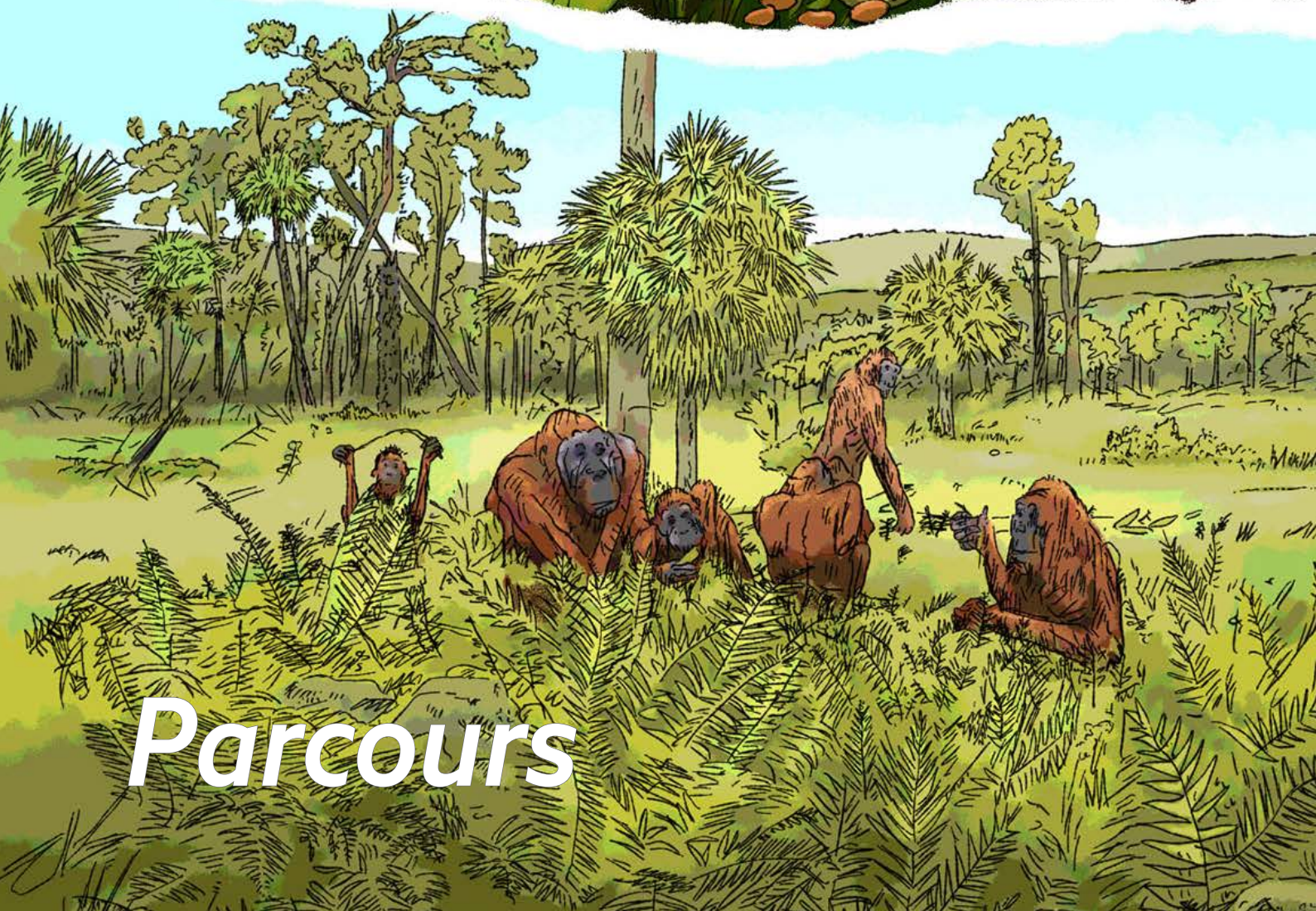
Ter vergelijking: als een terrestrische soort 100 keer zo groot wordt als zijn oorspronkelijke soort, duurt het 2,2 miljoen generaties om zover te komen, terwijl een zeedier er de helft van die tijd over doet. Paradoxaal genoeg kost het een soort 10 keer minder tijd om een dwerg te worden dan om een reus te worden.

Vaak zijn het de grote dieren die worden opgemerkt en bewonderd, ook al is het maar een kleine groep die door selectie zulke proporties aanneemt.

Plattegrond

- 0- *Kryptobaatar* sp.
- 1- *Titanoboa cerrejonensis*
- 2- *Paraceratherium* sp.
- 3- *Livyatan melvillei*
- 4- *Otodus megalodon*
- 5- *Megatherium americanum*
- 6- *Smilodon populator*
- 7- *Gigantopithecus blacki*
- 8- *Coelodonta antiquitatis*
- 9- *Panthera spelaea*
- 10- *Megaloceros giganteus*
- 11- *Mammuthus primigenius*





Parcours

DE GIGANTEN UIT HET CENOZOÏCUM

Paleogeen

1. REUZENSLANG

Titanoboa cerrejonensis

Titanoboa cerrejonensis is de grootste tot nu toe gekende slang. Hij leefde tijdens het midden- tot laat-paleoceen, ongeveer 60 tot 58 miljoen jaar geleden, zes miljoen jaar na het uitsterven van de dinosauriërs. *Titanoboa* groeide naar schatting tot 15 meter lang, misschien zelfs 14,3 meter lang. Hij bereikte een massa van 730 tot 1.135 kg. Dit is 3 maal zwaarder dan de vrouwtjes van de groene anaconda, de grootste hedendaagse slang.

De lengte en massa van *Titanoboa* werden in eerste instantie afgeleid door de verhouding tussen wervelgrootte en lichaamsgrootte te bepalen bij huidige reuzenslangen. Die verhouding werd vervolgens toegepast op de gevonden wervels van *Titanoboa* om zijn lichaamsgrootte te bepalen. Later werd op basis van de gevonden schedelfragmenten de lichaamslengte nog opgetrokken.

Titanoboa leefde in een tropisch regenwoud met uitgebreid riviersysteem in het huidige Colombia. Het was een toppredator die alles at wat hij kon vinden zoals grote vissen, krokodillen en schildpadden. Net als de anaconda's en boa's gebruikte *Titanoboa* geen gif, maar verstikte hij zijn prooi door zijn lichaam eromheen te wikkelen. Vervolgens slikte hij de prooi in één keer door.

Titanoboa kon dergelijke gigantische proporties aannemen doordat de temperatuur in de tropen toen 4 tot 5 graden warmer was dan vandaag. Ook bij andere reptielen in de omgeving van *Titanoboa* speelde hetzelfde proces een rol. De krokodil *Acherontisuchus guajiraensis* en de schildpad *Puentemys* hadden ook gigantische proporties.



Titanoboa was een koudbloedig dier. Koudbloedige dieren nemen de temperatuur aan van hun omgeving. Wanneer de omgevingstemperatuur stijgt, stijgt ook hun inwendige temperatuur, waardoor ze sneller kunnen groeien, mits er voldoende voedsel is. De reden van het uitsterven van *Titanoboa* blijft onbekend. Een verandering in de loop van rivieren of het opdrogen ervan door klimaatverandering zou hem mogelijk fataal geweest zijn.

TE ZIEN:

Titanoboa cerrejonensis

Wervel & ribben, 3D-prints

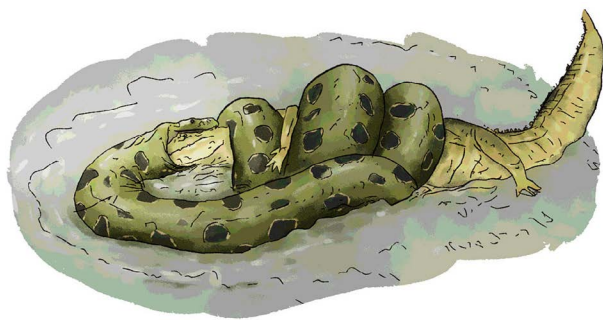
Cerrejón Coal Mine, Colombia

© Florida Museum of Natural History, USA / Museo

Geológico Nacional José Royo y Gómez, Colombia

TE DOEN:

Vergelijk de *Titanoboa*-wervel met andere wervels.
Op welke andere wervel lijkt hij?



2. PREHISTORISCHE NEUSHOORN

Paraceratherium sp.

Paraceratherium (ook wel *Indricotherium* of *Baluchitherium* genoemd) leefde in het oligoceen (tussen 34 en 23 miljoen jaar geleden) in wat nu China, Mongolië, Kazachstan en Pakistan is, maar er zijn ook enkele overblijfselen gevonden in Oost-Europa, Anatolië en de Kaukasus. Tijdens een periode van meer dan 11 miljoen jaar, kwamen er *Paraceratherium*-soorten voor op aarde. Het waren de grootste landzoogdieren die ooit op aarde rondliepen. Ondanks dat ze er een beetje uitzien als een giraf, zijn ze nauwer verwant aan de neushoorns! Maar ze hebben hun hoorns verloren en een lange nek gekregen. Met deze lange nek konden ze bladeren grijpen die onbereikbaar waren voor anderen. Hun schouderhoogte was ongeveer 5 meter en de totale lengte ongeveer 9 meter. Het gewicht van deze hoornloze neushoorn wordt geschat op ongeveer 15 tot 20 ton. De lange nek ondersteunde een schedel die ongeveer 1,3 meter lang was. Het had grote, slagtandachtige snijtanden en de vorm van de neus suggereert dat de bovenlip gebruikt kon worden om iets mee vast te grijpen. De benen van het dier waren lang en pilaarachtig.

De levensstijl van *Paraceratherium* was mogelijk vergelijkbaar met die van moderne grote zoogdieren zoals de olifanten en bestaande neushoorns. Vanwege hun grootte hadden ze weinig natuurlijke vijanden en een lage voortplantingssnelheid. Het was een planteneter die voornamelijk bladeren, zachte planten en struiken at. Ze leefden in habitats variërend van dorre woestijnen met een paar verspreide bomen tot subtropische bossen. De reden voor het uitsterven van het dier is onduidelijk, maar door de grote hoeveelheid voedsel (800 kg tot 1 ton) die ze dagelijks nodig hadden, waren ze erg kwetsbaar voor



voedseltekort.

Een klimaatopwarming kan ertoe geleid hebben dat de bomen en struiken, waar ze afhankelijk van waren, verdwenen en de soort dus stierf van de honger.

Je zou het waarschijnlijk niet direct zeggen als je hem ziet maar *Paraceratherium* is wel degelijk een neushoorn. Wetenschappers hebben dit afgeleid aan de hand van de vorm van de kiezen. Het oppervlak van de kiezen in de bovenkaak heeft namelijk de vorm van de Griekse letter pi, terwijl dat van de kiezen in de onderkaak meer de vorm heeft van een L. Dit kenmerk zien we terug bij de meeste neushoornsoorten. De eerste afbeeldingen van *Paraceratherium* leken dan ook meer op een neushoorn, maar nieuwe ontdekkingen leidden tot nieuwe inzichten. Ondertussen wordt *Paraceratherium* eerder voorgesteld als een kruising tussen een neushoorn, olifant en giraf. Sinds 1846, toen de eerste skeletfragmenten van *Paraceratherium* in Pakistan gevonden werden, hebben opeenvolgende generaties paleontologen zich verdiept in deze gigant. Complete skeletten werden later gevonden in Kazachstan en China.

TE ZIEN:

Paraceratherium grangeri

Schedel, 3D-print

Tsagan Basin, Mongolia

© Natural History Museum, London

***Paraceratherium* sp.**

Linkerpoot, gespiegelde 3D-print

Bugti Hills, Pakistan

© Natural History Museum, London

TE DOEN:

Vergelijk de kies van *Paraceratherium* met de tanden van de andere dieren. Op welke lijkt ze het meest?

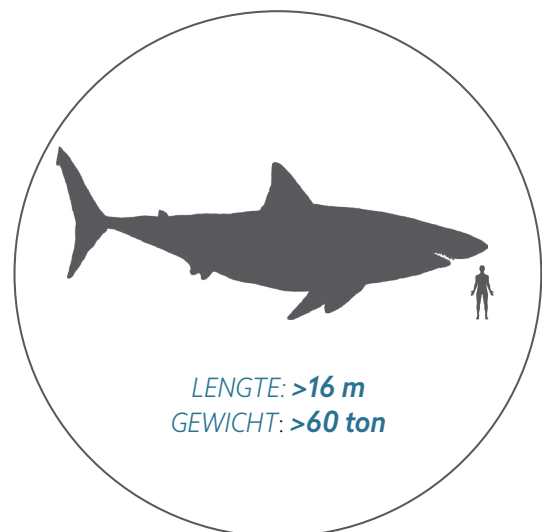


Neogeen

3. REUZENTANDHAAI

Otodus megalodon

Otodus megalodon leefde van het vroeg mioceen (23 miljoen jaar geleden) tot het vroeg plioceen (3,5 miljoen jaar geleden) en was gedurende 12,5 miljoen jaar de onbetwiste heerser over de prehistorische zeeën. Het was de grootste haai aller tijden. De driehoekige tanden met gezaagde rand waren zo groot als een mensenhand en de kaken waren breed genoeg om een mens in één keer in te slikken. De megalodon joeg op walvissen en dolfijnen en gebruikte waarschijnlijk dezelfde jachttechniek als de huidige witte haai: zijn prooi van onder benaderen en vervolgens naar boven schieten met opengesperde bek om te bijten. De meest recente schattingen suggereren dat megalodon een maximale lengte van 20 meter kon bereiken, maar lengtes tussen



LENGTE: >16 m
GEWICHT: >60 ton



de 10 en 15 meter zouden meer standaard geweest zijn. Het tentoongestelde fossiel is een uitzonderlijk collectiestuk. Het is één van de best bewaarde en meest volledige *Otodus megalodon*-specimens in de wereld en werd in de 19e eeuw opgegraven in Antwerpen. Het stuk blijft wetenschappers fascineren. Ze komen van over de hele wereld naar het museum om het te bestuderen. Aangezien het skelet van haaien uit kraakbeen bestaat, wat de eigenschap heeft van slecht te fossiliseren, dienen wetenschappers zich voornamelijk te baseren op de grootte van de tanden en de vergelijking met levende verwanten om de lengte van megalodon te schatten. Deze uitzonderlijke vondst laat echter toe om zijn groeipatroon en de grootte af te leiden uit de groeibanden in de wervels.

Haaien hebben een geduchte reputatie, maar de grootste hedendaagse soorten zijn geen roofdieren, ze filteren kleine organismen uit grote hoeveelheden water. Roofdieren daarentegen moeten prooi achtervolgen en vervolgens verscheuren. Snelheid en wendbaarheid zijn hierbij van belang. Beide factoren worden gelimiteerd door de grootte. Hoe komt het dan dat een toproofdier zoals megalodon toch zo groot kon worden? Er ging een evolutie van 30 miljoen jaar aan vooraf alvorens de familie van de reuzentandhaaien, de Otodontidae, zo'n omvang kon bereiken. Verschillende factoren speelden hierbij een rol. Vissen zijn in de regel koudbloedig, maar er zijn uitzonderingen zoals de witte haai. Ze genereren warmte door de samentrekking van hun zwemspieren en deze warmte wordt vervolgens gebruikt om de temperatuur van kritische delen van het lichaam te verhogen boven die van het omringende water. Onderzoekers

veronderstellen dat de megalodon op gelijkaardige manier zijn temperatuur beheerde. Doordat ze de mogelijkheid hadden om hun lichaamstemperatuur op peil te houden, konden ze sneller en beter jagen. Andere factoren die mogelijk een rol speelden waren dat ze steeds meer vetrijke zoogdieren (dolfijnen en walvissen) in plaats van vissen gingen vangen en dat deze walvissen doorheen de tijd ook steeds groter werden.

Hoe de megalodon precies uitstierf is onduidelijk, maar in het plioceen koelde de wereld af waardoor de temperatuur in de oceanen ook ging dalen. Er was minder voedsel ter beschikking voor megalodon en zijn leefgebied werd steeds meer gefragmenteerd. Later moest hij ook nog opboksen tegen andere concurrenten zoals de witte haai.

TE ZIEN:

Otodus megalodon

Wervelkolom, origineel

Antwerpen, België

© Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen

Otodus megalodon

Kaak, origineel + 3D-prints

Antwerpen, België

© Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen

TE DOEN:

- Tel de groeiringen op de megalodon-wervel en bepaal de leeftijd.
- Bepaal tot welke soort elke haaientang behoort met behulp van de determinatiesleutel.

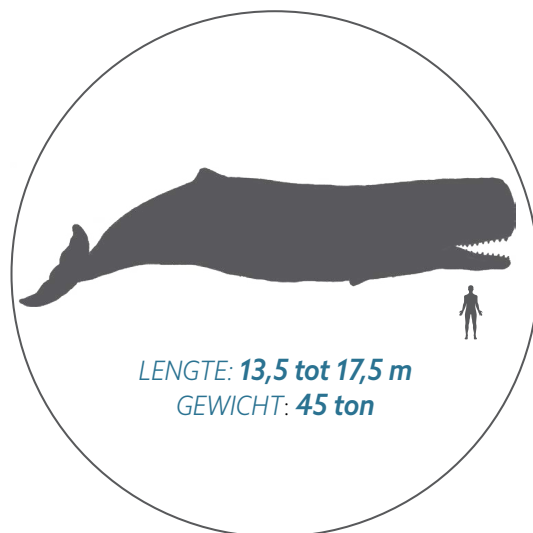


4. PREHISTORISCHE POTVIS

Livyatan melvillei

Livyatan melvillei werd tot dusver enkel gevonden langs de kust van Peru in afzettingen uit het mioceen (9 miljoen jaar geleden), maar geïsoleerde tanden van *Livyatan* en aanverwante soorten zijn gevonden in Chili (mioceen, 12 tot 13 miljoen jaar geleden) en in Australië (plioceen, 4 tot 5 miljoen jaar geleden).

De schedel verradt dat *Livyatan* een toppredator was. De snuit was kort en breed, waardoor hij met zijn voortanden een prooi in bedwang kon houden. Deze grip werd nog verbeterd doordat de voortanden naar voor gekanteld waren. De ondiepe holte aan de zijkant van de schedel was enorm en wijst op de verankering van zeer krachtige kaakspieren. De resulterende beet behoort tot de krachtigste van alle tetrapoden. De tanden hebben een simpele conische vorm en hieruit kunnen wetenschappers afleiden dat het een potvis was en geen orka. Maar *Livyatan* tanden zijn groter en robuuster dan die van de huidige potvissen en kunnen tot 35 cm lang en 12 cm breed worden. Ze zaten stevig ingebed in de kaakbeenderen en pasten in elkaar zodat een prooi met een stevige en krachtige beet kon



gevangen worden. De schedel van *Livyatan melvillei* werd pas in 2008 ontdekt door een team onder leiding van één van de wetenschappers van het museum in de Pisco-Ica-woestijn in Peru. Tot nu toe werden er nog geen andere skeletfragmenten gevonden, maar *Livyatan* was waarschijnlijk tussen 13,5 en 17,5 meter lang. De schatting van de lengte gebeurde door de schedel te vergelijken met die van andere potvissen.

Gigantische roofpotvissen konden waarschijnlijk evolueren doordat baleinwalvissen groter werden. Naast andere mariene zoogdieren waren deze grote walvissen hun favoriete prooi. Door de grote hoeveelheid onderhuids vet waren ze een energierijke hap en hielpen ze om aan de energiebehoeften van de roofpotvissen te voldoen. De enorme afmeting van *Livyatan* bood ook bescherming tegen predatoren zoals de megalodon, waarmee ze de oceanen deelden.

Livyatan lijkt gezien zijn grootte en kracht onoverwinnelijk en toch stierf hij uit. Een klimaatverandering leidde tot het verdwijnen van middelgrote baleinwalvissen waardoor hij geen prooiën meer had en verdween. Zijn neef, de huidige potvis, overleefde het wel door zich te specialiseren in een andere soort prooi en ging op grootte diepte op reuzeninktvisen jagen.

TE ZIEN:

Livyatan melvillei

Schedel en onderkaak, afgietsels

Pisco-Ica-woestijn, Peru

© Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen

Livyatan melvillei

Tand, afgietsel

Pisco-Ica-woestijn, Peru

© Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen

Physeter macrocephalus

Tand van de huidige potvis, origineel

Onbekend

© Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen

Orcinus orca

Tand van de orka, afgietsel

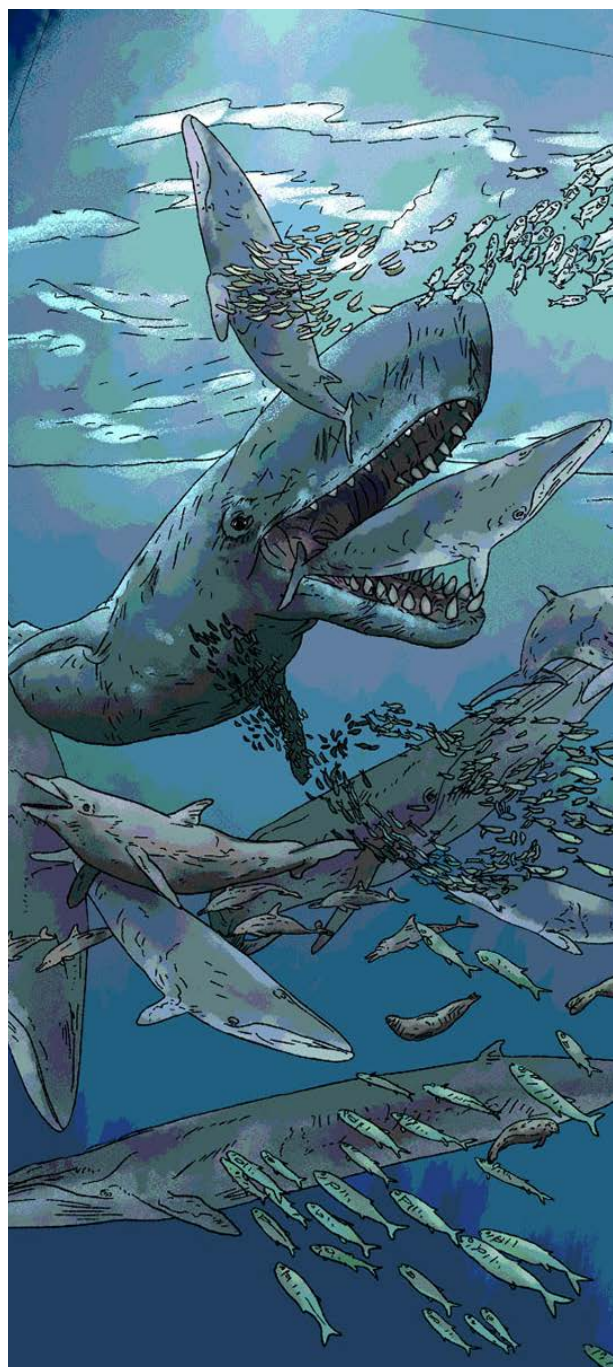
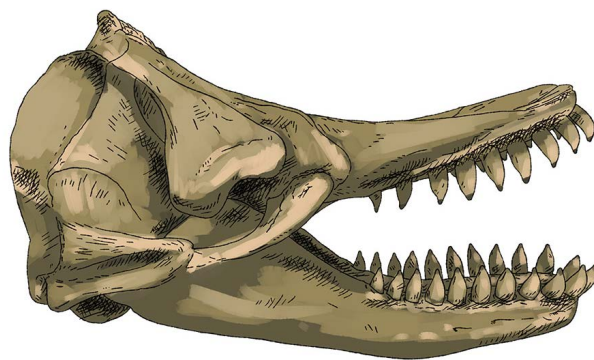
Onbekend

© Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen

TE DOEN:

Spel:

Reconstrueer een voedselweb van een paleo-oceaan



5. REUZENGRONDLUIAARD

Megatherium americanum

Gedurende meer dan 60 miljoen jaar was Zuid-Amerika een eiland met een gunstig klimaat, overvloedige vegetatie en weinig roofdieren. Dit resulteerde in unieke reuzenplantenetters, waaronder deze reuzenluiaard *Megatherium americanum*. Er waren verschillende soorten grondluiaards, maar dit was de grootste. Hij plukte bladeren van bomen door op zijn achterpoten te staan en zijn staart als steun te gebruiken. *Megatherium* had heel behendige armen, en grote klauwen aan zijn handen. Hij gebruikte ze om zichzelf te verdedigen en mogelijk ook om te graven of takken te grijpen. De wetenschappers slaagden erin een goede voorstelling van deze reuzenluiaard te maken. Zij maakten gebruik van volledige skeletten waarvan ze de dijbenen vergeleken met die van andere luiaards. Maar ook versteende pootafdrukken, uitwerpselen en zelfs haar hielpen om het plaatje compleet te maken. Onderzoek van het binnenoor en de voetafdrukken bevestigden dat de grondluiaard voornamelijk op handen en voeten liep en af en toe op zijn achterpoten zat om te rusten of om hoog in de bomen voedsel te bereiken. De voetafdrukken lieten ook zien dat ze zich in groep voortbewogen.

Ongeveer 2 tot 3 miljoen jaar geleden werd als gevolg van tektonische plaatbewegingen een landbrug gevormd tussen Noord- en Zuid-Amerika, waardoor Zuid-Amerikaanse herbivoren meer in contact kwamen met nieuwe roofdieren uit het noorden, zoals sabeltandkatten. Als reactie op deze bedreiging werden grondluiaards nog groter. Deze landbrug zorgde ook voor veranderingen in oceaanstromingen, wat leidde tot lagere temperaturen. Een groter lichaam bood daarbij een betere bescherming tegen de kou. Niet alleen de druk van roofdieren, maar ook de beschikbaarheid van voedselbronnen beïnvloedt de grootte van herbivoren. Door de aanwezigheid van meer voedsel kunnen sommige groepen herbivoren groter worden. Een lagere predatiedruk stelt hen dan weer in staat te diversifiëren in verschillende niches, die elk gelinkt kunnen worden aan een bepaalde lichaamsgrootte. Groottevermindering en habitatwijziging kunnen hebben bijgedragen tot het uitsterven van deze reuzen. De afname in grootte kan zijn veroorzaakt door menselijke activiteiten, maar ook door klimaatverandering.

TE ZIEN:

Megatherium americanum

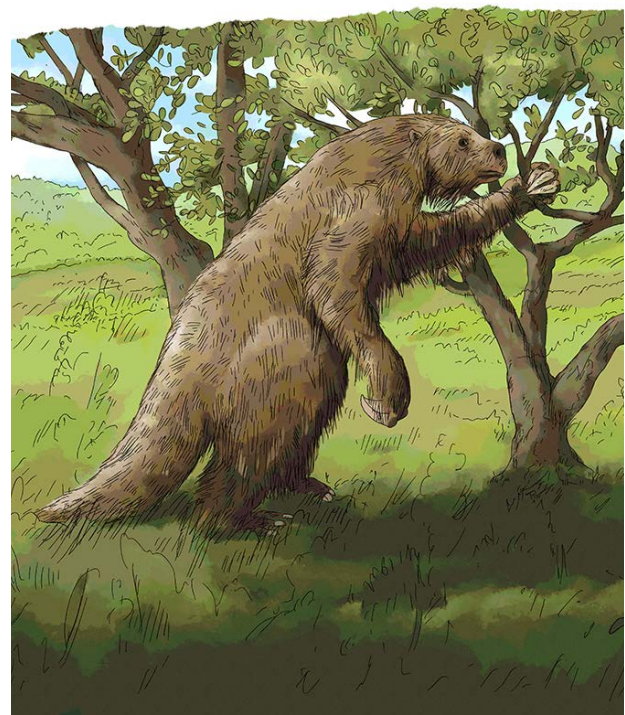
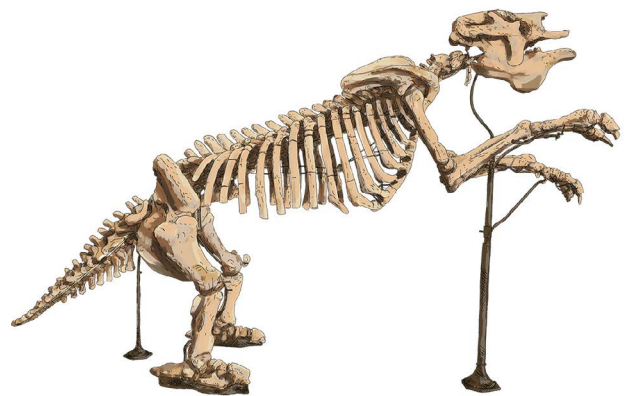
Skelet, afgietsel

Zuid-Amerika

© Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen

TE DOEN:

Zoek met de borstel de 5 pootafdrukken. Welke is van de *Megatherium*? In welke richting liep hij?



6. SABELTANDKAT

Smilodon populator

Sabeltandkatten kwamen overal ter wereld voor, met uitzondering van Australië en de poolgebieden. De beroemdste en grootste van allen was *Smilodon populator* uit Zuid-Amerika. Met hoektanden van 28 cm lang was het een toppredator die in open graslanden op paarden, luiaards, kamelen, bizonen en loopvogels joeg. *Smilodon* leefde tussen ongeveer 1 miljoen en 10.000 jaar geleden.

Naast complete skeletten en pootafdrukken zijn er ook veel botten van *Smilodon* gevonden in afzettingen van bitumen (een natuurlijk materiaal bestaande uit verschillende koolwaterstoffen). Door ze met elkaar en met hedendaagse katachtigen te vergelijken, konden de wetenschappers concluderen dat *Smilodon populator* de grootste sabeltandkat was. De vondsten in deze afzettingen leverden ook veel informatie op over het sociale leven van deze soort. Zo zijn er aanwijzingen dat ze hun zieke soortgenoten verzorgden en dat er lange tijd voor de jongen gezorgd werd.

De hoektanden van sabeltandkatten zien er misschien indrukwekkend uit, maar ze blijken erg kwetsbaar te zijn. Vooral als er druk werd uitgeoefend op de zijkant van de tanden. Ze moesten dus heel voorzichtig bijten om ervoor te zorgen dat hun hoektanden de botten niet zijdelings raakten, want dan konden ze breken.

Smilodon populator was nog groter dan zijn voorganger, *Smilodon fatalis*. Toen *Smilodon fatalis* over de nieuwe landbrug van Noord-Amerika naar het Zuiden migreerde, kwam hij in contact met de reuzenluiaards daar. Om een betere kans te hebben bij de jacht, was het goed om een groter en nog robuuster lichaam te hebben. Het werd een race tussen het roofdier en zijn prooi. Het roofdier ontwikkelde eigenschappen en gedragingen om zijn prooi te kunnen vangen. De prooi deed hetzelfde, maar dan om predatie te vermijden. *Smilodon* en andere soorten van de Amerikaanse megafauna zijn uiteindelijk allemaal uitgestorven. De sabeltandkatten kregen het steeds moeilijker: de grote planteneters waarop ze joegen verdwenen en hun habitat veranderde. Het klimaat werd warmer en bovendien werd de mens een directe concurrent.

TE ZIEN:

Smilodon populator

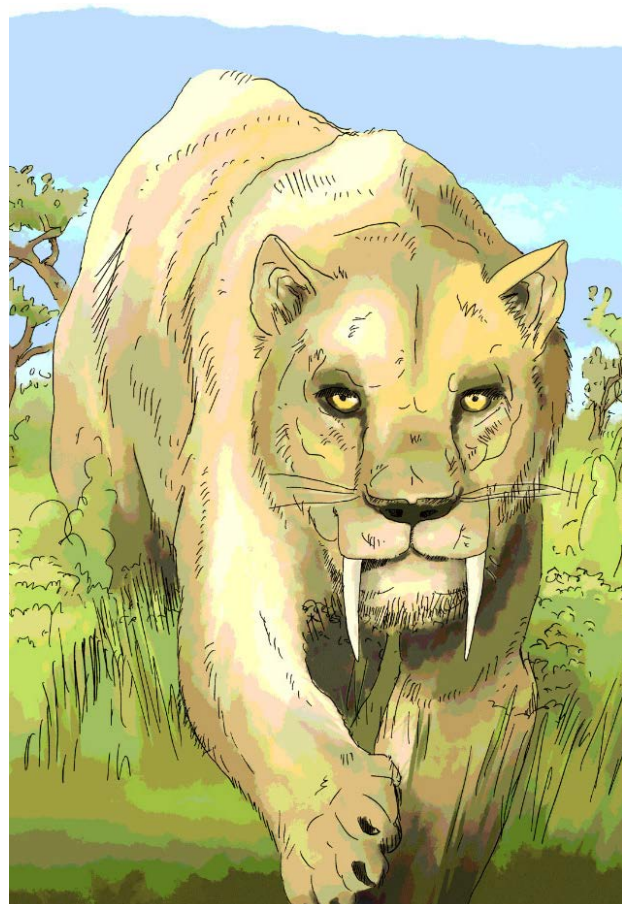
Skelet, afgietsel

Uruguay, Zuid-Amerika

© Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen

TE DOEN:

Blader door het boek en achterhaal welke hypothese het best past bij *Smilodon*. Leefde hij in groep of eerder alleen?



7. REUZENAAP

Gigantopithecus blacki

Deze aap is slechts gekend door zeer fragmentarische fossielen die gevonden zijn in China en Vietnam. Het waren voornamelijk tanden en een stuk onderkaak, waarvan de grootte doet vermoeden dat het de grootste primate was die ooit heeft bestaan. Er zijn drie soorten beschreven: *Gigantopithecus blacki* (de grootste), *G. bilaspuriensis* en *G. giganteus*. In tegenstelling tot wat zijn naam doet vermoeden, was *G. giganteus* kleiner.

G. Blacki leefde in het pleistoceen, van 2 miljoen tot 300.000 jaar geleden, misschien zelfs 100.000 jaar geleden.

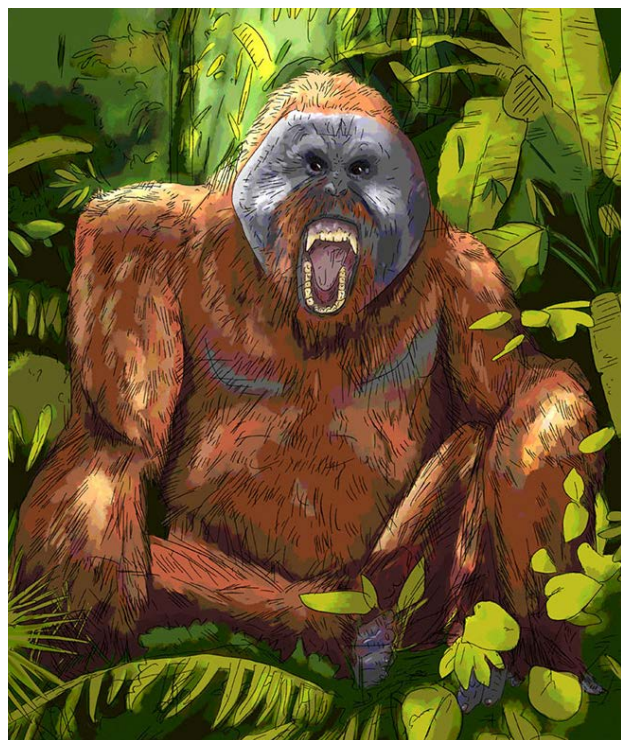
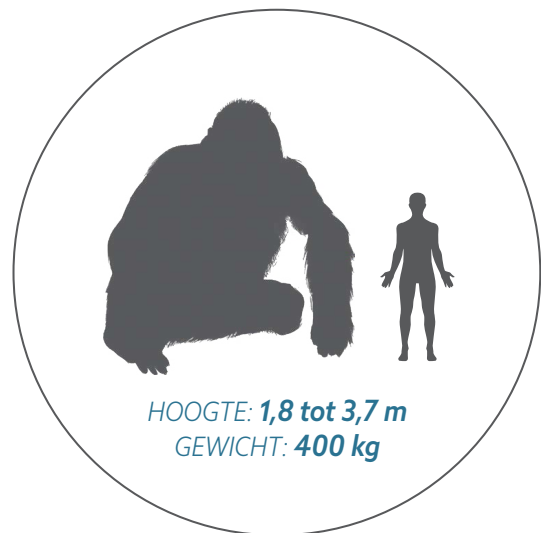
Het mannetje bereikte een hoogte van 3,7 meter en een gewicht van meer dan 400 kilogram.

De eerste ontdekking van *Gigantopithecus* werd gedaan in 1935 door de paleoantropoloog Ralph von Koenigswald. Hij kocht bij een apotheker in Hong Kong een kies, die te koop stond als "drakentand". Deze "drakentand" had als doel om tot een medicijn vermalen te worden, maar werd verder onderzocht door Ralph von Koenigswald. Aan de hand van dit ene overblijfsel beschreef hij de groep. Meer dan duizend andere tanden werden vervolgens gevonden in dergelijke winkels, maar ook in grotten in Vietnam en China.

Gigantopithecus voedde zich met fruit, zaden en bladeren. Zijn gebit en kaken zijn kenmerkend voor een dieet dat rijk is aan taaie plantenvezels en dat langdurig kauwen vereist voordat het wordt doorgeslikt. Zijn grote kiezen waren bedekt met een dikke laag glazuur, met een zeer afgesleten oppervlak. De hoektanden waren groot en niet bijzonder scherp, in tegenstelling tot die van moderne apen. De snijtanden waren dan weer klein en koepelvormig. Hij had waarschijnlijk een viervoetige gang, zoals gorilla's, waarbij de voorste vingerkootjes op de grond rustten (knokkelgang). Gezien zijn grootte leefde hij waarschijnlijk op de grond en was hij geen boombewoner.

Gigantopithecus is een neef van de orang-oetan. Dat weten we uit de proteïne-analyse van een twee miljoen jaar oude kies.

Het feit dat *Gigantopithecus* zo groot werd, kan te maken hebben met voortplanting. Grote individuen zijn aantrekkelijkere partners dan kleinere individuen van dezelfde soort. Ze kunnen gemakkelijker hun jongen verdedigen tegen roofdieren en andere dieren verjagen in de strijd om voedsel. Wetenschappers baseerden deze redenering op de kaken en tanden van mannetjes en vrouwtjes, die dezelfde verhouding van grootteverschillen vertonen als bij gorilla's.



Gigantopithecus leefde waarschijnlijk in een haremstructuur: een aantal vrouwtjes werd beschermd door een sterk mannetje. Zijn genen werden doorgegeven aan de volgende generatie tot een groter, sterker mannetje het overnam. Als het grotere mannetje zich bleef voortplanten, werden de nakomelingen ook groter.

In tegenstelling tot zijn neef de orang-oetan, had de *Gigantopithecus* veel voedsel nodig om voldoende energie te hebben doorheen de dag. De ijsstijden veranderden echter veel bossen in graslandschappen, zodat deze reuzenaap niet meer genoeg voedsel kon vinden en uiteindelijk uitstierf.

TE ZIEN:

Gigantopithecus blacki

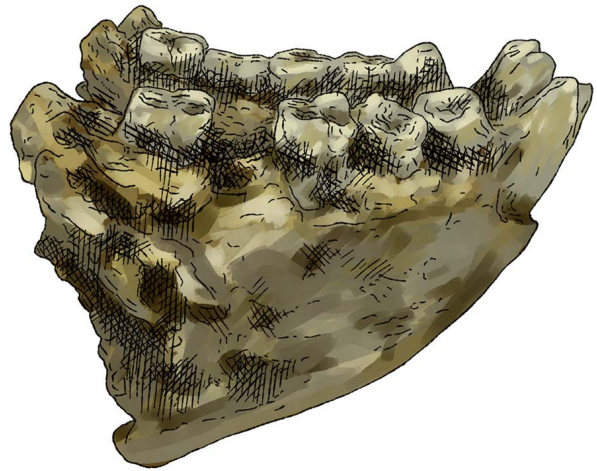
Onderkaak, 3D-print

Liucheng, China

© Instituut voor Vertebraten, paleontologie en
Paleoantropologie, China

TE DOEN:

Eén tand is van *Gigantopithecus*. Kun jij identificeren welke? Tip: denk aan je eigen kiezen.



8. WOLHARIGE NEUSHOORN

Coelodonta antiquitatis

De familie Rhinocerotidae verscheen ongeveer 30 miljoen jaar geleden in Eurazië. De oudste sporen van wolharige neushoorns in Europa dateren van 200.000-14.000 jaar geleden. Het was de laatste vertegenwoordiger van de Rhinocerotidae in West-Europa en een van de grootste zoogdieren uit het Europese paleolithicum, na de wolharige mammoet. Hij kwam in heel Eurazië voor, maar is nooit gevonden op het Amerikaanse continent.

De wolharige neushoorn is ook gemummificeerd teruggevonden in de bevroren grond (permafrost) van Siberië.

Net als de mammoet was hij aangepast aan de koude, dorre steppen van het pleistoceen. Het was een megaherbivoor die een grote hoeveelheid grassen nodig had, die wijdverspreid waren in de mammoetsteppen van die tijd. Zijn hypsodonte gebit (tanden met een hoge kroon en langdurige of constante groei) was perfect aangepast aan de consumptie van planten met een hoog vezel- en siliciumgehalte.

Hoewel zijn omvang (tussen 1,6 en 2 m schofthoogte en 4 m lengte) hem niet bijzonder groot maakte, was hij toch zeer robuust en kon hij meer dan 2 ton wegen.

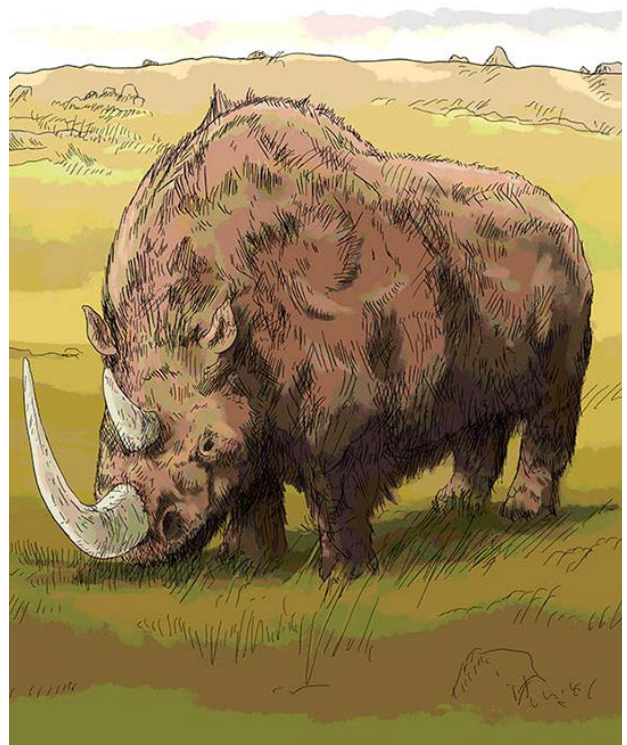
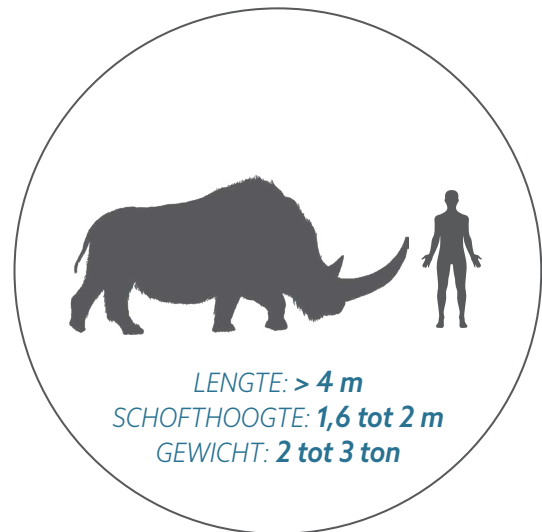
Zijn dikke huid, dikke wollige vacht (roodbruin tot blond met donkerbruine manen) en een huidplooï die zijn anus afdekte waren allemaal kenmerken die zijn thermische isolatie bevorderden. Hij had ook een vetreserve boven zijn ruggengraat, waardoor hij periodes met minder voedsel kon overbruggen.

Zijn schedel, massief en vrij laag gedragen (hij at kort gras), was uitgerust met twee hoorns die werden gebruikt om de sneeuw te ruimen of om indruk te maken op vrouwtjes. De voorste hoorn was de grootste en kon tot 1,30 m lang worden terwijl de achterste hoorn tot 90 cm kon meten.

Ondanks zijn imposante karakter werd hij bejaagd door verschillende roofdieren, waaronder de holenhyena en bepaalde mensensoorten in het midden- en boven-pleistoceen. Analyse van het tandsteen van neanderthalers uit Spy, België, bevestigde dat ze wolhorige neushoorn aten.

Vanaf 30.000 jaar geleden werd de wolharige neushoorn steeds zeldzamer in West-Europa. Het laatste bekende exemplaar dateert van 14.000 jaar geleden en werd gevonden in Oost-Siberië.

De precieze oorzaak van zijn verdwijning is moeilijk vast te stellen. Net als bij de wolharige mammoet is het waarschijnlijk een combinatie van verschillende factoren. De jacht lijkt geen grote invloed te hebben gehad op zijn verdwijning. De opwarming van het klimaat en de

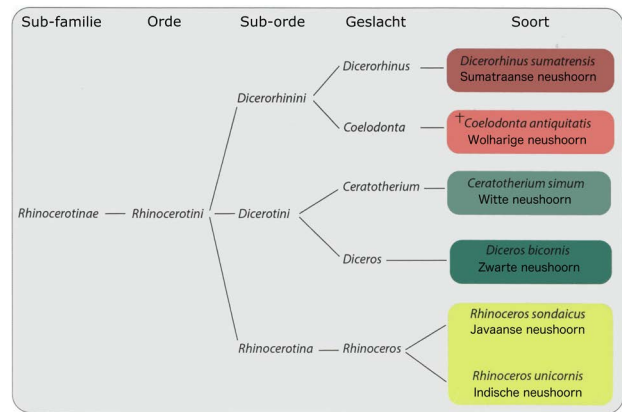


daaruit voortvloeiende daling van de biomassa hebben waarschijnlijk de demografische versnippering van de neushoornpopulaties en hun terugtrekking naar het oosten van het continent versneld.

Verskillende vertegenwoordigers van de familie Rhinocerotidae bestaan vandaag nog, verdeeld in 4 verschillende geslachten en 5 soorten: 2 Afrikaanse en 3 Aziatische soorten. De wolharige neushoorn was nauw verwant aan de Sumatraanse neushoorn, die ook met haar bedekt is.

TE ZIEN:

Coelodonta antiquitatis
Compleet skelet, origineel (hoorns, afgietsels)
Siberië, Rusland
© Koning Boudewijnstichting, België



Versimpelde stamboom van de huidige neushoorns en de positie van de wolharige neushoorn.
Uit: Pierre Cattelain, et al., *Disparus? Les mammifères au temps de Cro-Magnon en Europe*, Editions du Cedarc, 2018.

9. HOLENLEEUEW

Panthera spelaea

Tijdens de laatste ijstijd liepen er ook bij ons veel vleeseters rond. Leeuwen, hyena's, wolven, lynxen, vossen en veelvraten zijn hier enkele voorbeelden van.

Panthera spelaea leek op de huidige leeuwen, maar was iets groter en had waarschijnlijk geen manen. Hij had een massief, krachtig lichaam, een brede kop met een korte snuit, kleine afgeronde oren, een dikke vacht en een lange staart. Deze informatie halen we o.a. uit gevonden skeletten van de holenleeuw en muurschilderingen die paleolithische mensen hebben gemaakt.

Genetisch onderzoek heeft ondertussen geleid tot de definitieve conclusie dat dit een aparte soort is. De holenleeuw staat genetisch dicht bij de huidige Afrikaanse en Aziatische leeuwensoorten dan bij de andere grote katten (tijgers, panthers, jaguars), maar zijn DNA vertoont een aanzienlijk percentage verschillen met de huidige leeuwen. Het is dus wel degelijk een uitgestorven soort, te onderscheiden van de moderne leeuw, *Panthera leo*.

In tegenstelling tot wat zijn naam doet vermoeden, leefde de holenleeuw in open omgevingen in gematigde of koude gematigde streken. Zijn voornaamste prooi waren paarden, rendieren, oerossen en bizonen, maar ook jonge mammoeten, holenberen en wolharige neushoorns.

De holenleeuw leefde in West-Europa tot ongeveer 12.000 jaar geleden, maar overleefde misschien wat langer in de Balkan en Azië.

TE ZIEN:

Panthera spelaea
Skelet, origineel
Grot van Goyet, België
© Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen



10. REUZENHERT

Megaloceros giganteus

Behorend tot de hertenfamilie (zoals de herten, rendieren, reeën ...) en het geslacht *Megaloceros*, is het reuzenhert het grootste hert dat ooit heeft bestaan.

Verrassend genoeg hebben er ook dwergsoorten binnen dit geslacht bestaan, bijvoorbeeld *Megaloceros algarensis* (Sardinië), *Megaloceros cretensis* (Kreta) of *Megaloceros cazioti* (Corsica), maar zij kwamen uitsluitend voor op eilanden (zie hoofdstuk over dwerggroei).

Het hert was bijzonder talrijk aanwezig tijdens de laatste ijstijd en bereikte een indrukwekkende grootte tijdens de koudste periode.

Zijn resten zijn zeer talrijk gevonden in Noord-Europa en Ierland. De soort is het best bekend van een tiental complete exemplaren die in de moerassen van Ierland zijn gevonden, vandaar zijn bijnaam «groot moerashert».

Het reuzenhert leefde aan de rand van bossen en op moerassige vlakten. Zijn enorme gewei verhinderde hem om zich in dichte bossen voort te bewegen.

Het mannetje werd gemiddeld 1,60 m hoog, maar er zijn exemplaren teruggevonden tot 2,10 m. Hij had een gigantisch, wijd vertakt en zijdelings gespreid gewei met een spanwijdte tot 3 m.

Met een dergelijk gewei waren de mannetjes van verre zichtbaar en konden ze indruk maken op de vrouwtjes en hun rivalen.

Dit reuzenhert had ook een massief lichaam (650 kg voor de mannetjes), een lange nek, een zeer prominente schoft (grote bult op de rug), lange poten en grote voeten. Het voedde zich met grassen, kruiden, bladeren, twijgen en takken.

Hoewel de mens in het paleolithicum naast het reuzenhert leefde, heeft hij het zelden bejaagd, gegeten of geëxploiteerd, in tegenstelling tot andere herten zoals het rendier.

Het reuzenhert verdween in onze contreien tussen 11.000 en 9.000 jaar geleden en leefde nog iets langer door in Siberië waar het rond 7.000 jaar geleden finaal verdween.

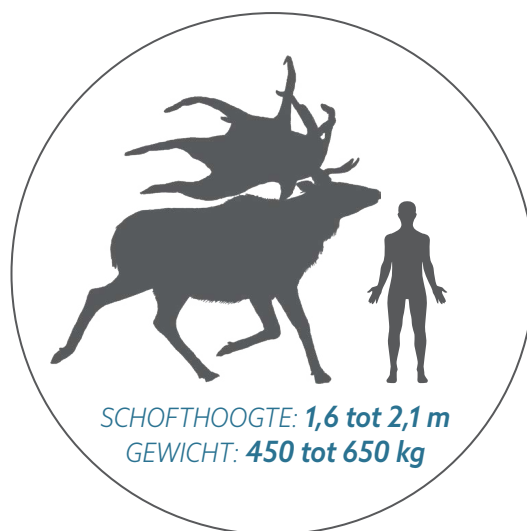
TE ZIEN:

Megaloceros giganteus

Skelet, origineel

Ierland

© Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen



11. WOLHARIGE MAMMOET

Mammuthus primigenius

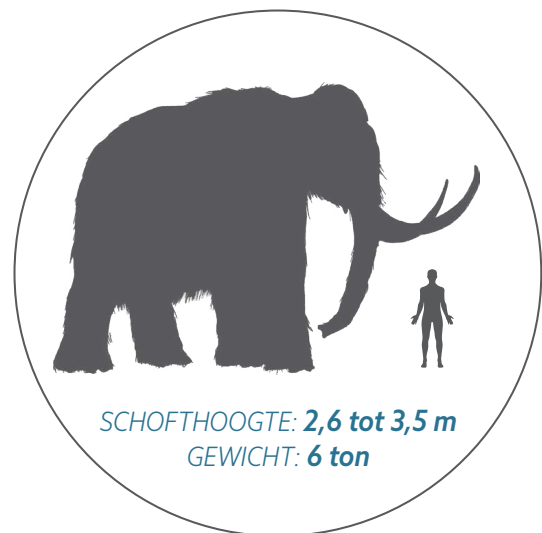
De wolharige mammoet is een emblematisch dier uit de prehistorie en waarschijnlijk het indrukwekkendste dier dat ooit door mensen is gezien. De wolharige mammoet was één van de laatste mammoetsoorten die rondliep op onze planeet. Zijn soortnaam, *primigenius*, die «eerste van zijn soort» betekent, is dan ook een beetje ongelukkig gekozen.

In tegenstelling tot wat vaak wordt gedacht, zijn mammoeten niet de voorouders van de huidige olifanten. Mammoeten, Aziatische en Afrikaanse olifanten hadden een gemeenschappelijke voorouder en zijn gedurende de laatste 5 miljoen jaar apart geëvolueerd.

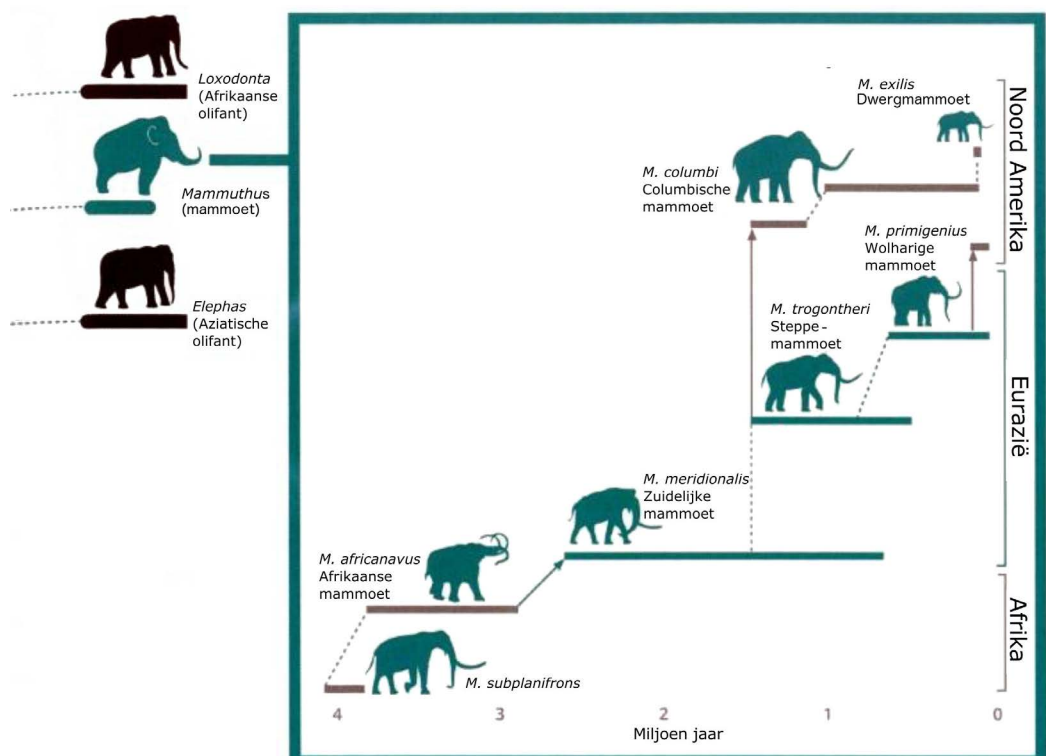
Tegenwoordig bestaat de orde van de slurfdieren of de olifantachtigen slechts uit de Aziatische en de Afrikaanse olifanten, waarvan het uiterlijk zeer gelijkaardig is, maar doorheen het tertiair was deze groep veel meer gediversifieerd. Sinds het ontstaan van de slurfdieren zo'n 55 miljoen jaar geleden telde men al meer dan honderd (fossiele) soorten.

De wolharige mammoet was in feite ook de kleinste soort en werd zelden groter dan 3,5 m, terwijl zuidelijke en steppemammoeten tot 4,5 m hoog konden worden.

De wolharige mammoet was zeer goed aangepast aan zijn omgeving. Hij had een dikke huid, een vetlaag van 10 cm en een vacht bestaande uit drie verschillende lagen haar. Zijn oren waren erg klein en een huidplooi dekte zijn anus af. Dankzij al deze aanpassingen kon hij zijn lichaam warm houden en isoleren tegen wind, koude en vochtigheid.



Overzicht van de verschillende mammoetsoorten en hun voorkomen in de tijd en ruimte. Uit: Plume de carotte, 2020.



Zijn lange, dubbelgekromde slagtanden groeiden voortdurend en konden tot 4 m lang worden.

Mammoeten werden geboren met melkvoorkiezen, die geleidelijk tweemaal werden vervangen door nieuwe melkvoorkiezen en vervolgens door blijvende kiezen. Doorheen het leven van de mammoet werden de tanden maximaal zes keer vernieuwd. Wanneer de laatste tanden volledig waren versleten, stierf hij van de honger.

Een studie van de maaginhoud van enkele bevroren mammoeten bevestigt dat de jongen meer dan twee jaar werden gezoogd.

De wolharige mammoet was aangepast aan een ruw klimaat en een bijzondere omgeving, zonder equivalent vandaag, genaamd de «mammoetsteppe». Dit was een uitgestrekte vlakte die hoofdzakelijk uit grassen bestond met enkele bosflarden bestaande uit naaldbomen en berken.

De allerlaatste mammoeten (die overigens vrij klein waren) overleefden op het eiland Wrangel in de Noordelijke IJszee alvorens 4.000 jaar geleden volledig uit te sterven.

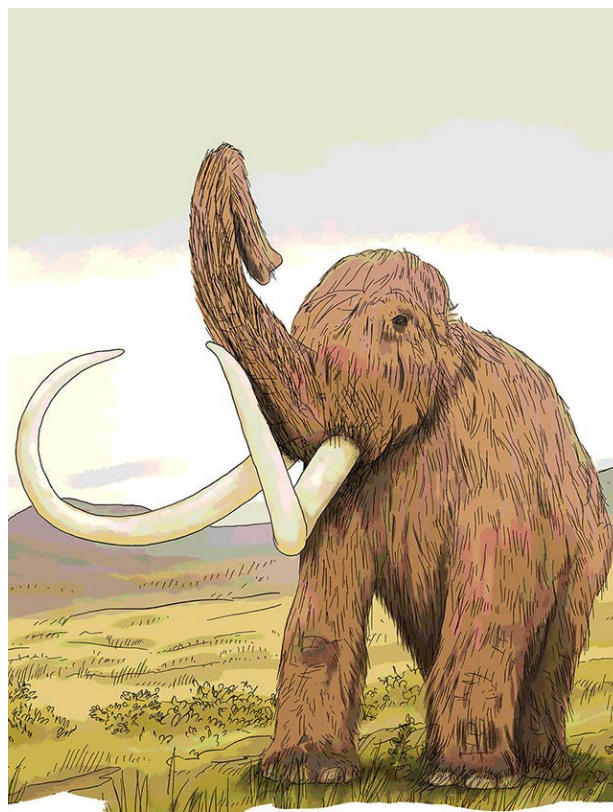
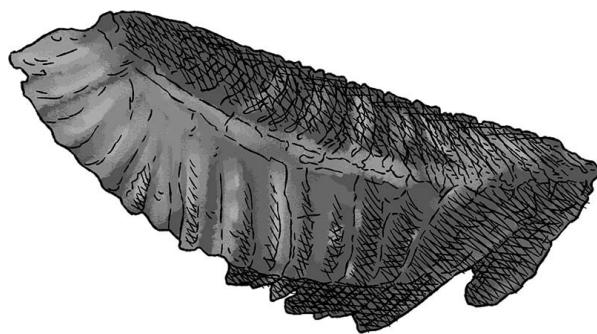
De oorzaak van deze verdwijning is in feite meervoudig. Het zou veel te simplistisch zijn om het te zien als het resultaat van klimaatverandering of menselijke jacht alleen.

Ecologisch gezien was de wolharige mammoet zeer gespecialiseerd en nauw verbonden met zijn omgeving. Zijn strikte dieet van grassen en kruiden maakte hem afhankelijk van de mammoetsteppebiotoop die Eurazië in het pleistoceen overheerste.

Vanaf het laatste glaciële maximum 20.000 jaar geleden veranderde het klimaat echter. Het werd warmer en natter, en de flora veranderde. De xerische soorten (voorkomend in een droge omgeving) die kenmerkend zijn voor deze steppe werden zeldzamer. Ze werden vervangen door loofbossen in het zuiden en naaldbossen in het noorden, waardoor de Siberische taiga ontstond. Nog verder naar het noorden zorgden de vochtigheid en de kou voor de uitbreiding van de huidige toendra. De mammoet kon in deze omgeving niet overleven, omdat de plantenbiomassa voornamelijk bestond uit mossen en korstmossen. Gevangen tussen de uitbreiding van het bos en de toendra, zagen de mammoeten de concurrentie om de steppebronnen toenemen. Met hun behoefte aan 200 kg voedsel per dag kwamen de mammoeten al snel in deze ecologische val terecht.

Het is dus duidelijk dat de opwarming van de aarde de belangrijkste oorzaak is van het verdwijnen van deze soort.

Het is niet makkelijk om te bepalen of ook de mens een invloed heeft gehad op het uitsterven van de wolharige mammoet en andere kwartaire soorten. Daarvoor



moeten we ten eerste nagaan of de mens samen voorkwam met de uitgestorven dieren. Indien er veel archeologische vondsten van menselijke activiteit zijn in het leefgebied van de dieren kunnen we hiervan uitgaan. Wanneer de ouderdom van deze vondsten samenvalt met het uitsterven van deze dieren geeft het een sterke indicatie dat de mens hier mede voor verantwoordelijk was. Er blijft echter nog veel ruimte over voor discussie.

Hoewel de jacht op zich het verdwijnen van de mammoet niet volledig verklaart, is het duidelijk dat de jacht in belangrijke mate heeft bijgedragen tot het versnellen van het proces.

De verdwijning van de mammoet staat symbool voor de dieren die door de klimaatverandering en de jacht zijn verdwenen, en herinnert ons aan de achteruitgang van de biodiversiteit vandaag de dag en aan de verantwoordelijkheid van de mens voor deze verdwijningen. De neven van de mammoet, de Aziatische en Afrikaanse olifanten, zijn tegenwoordig helaas ook slachtoffer.

Wist u dat er in België ook reusachtige dieren leefden? Zo leefde de wolharige mammoet in onze streken tijdens de laatste ijstijd, 120.000 tot 12.000 jaar geleden. Er werden botten gevonden in Hofstade, nabij Mechelen, maar ook op vele andere plaatsen in België zijn resten gevonden, zoals in Spy, Goyet, Warneton, Dendermonde en Lier. Een compleet skelet is te bewonderen in de zaal 250 jaar Natuurwetenschappen.

TE ZIEN:

Mammuthus primigenius

- Opperarmbeen, origineel
- Spaakbeen, origineel
- Ellepijp, origineel
- Voet, gespiegelde 3D-print

Hofstade, België

© Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen

Mammuthus primigenius

- Dijbeen, gespiegelde 3D-print
- Scheenbeen, origineel
- Voet, gespiegelde 3D-print

Hofstade, België

© Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen

Mammuthus primigenius

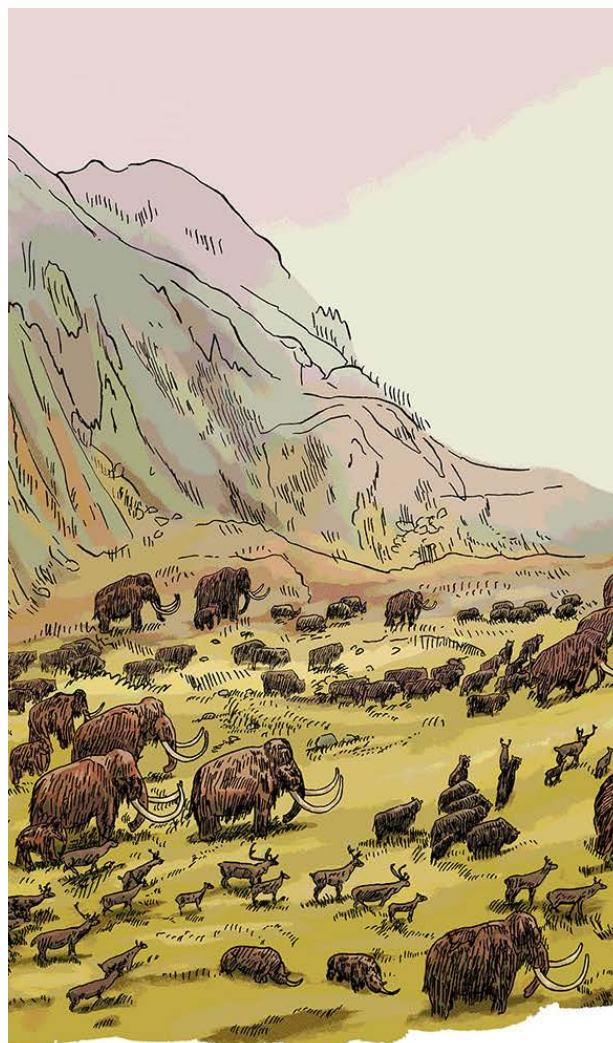
Kies, origineel

Streek rond Yakutsk, Rusland

© Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen

TE DOEN:

Spel: Reconstrueer ijstijddieren.



EEN STREEPJE PALEOGENETICA

Sinds de jaren 2000 heeft de paleogenetica enorme vooruitgang geboekt. Hoewel het nog steeds niet mogelijk is DNA te verkrijgen van dieren die zo oud zijn als de dinosauriërs uit het mesozoïcum, kan hetzelfde niet worden gezegd van dieren uit het cenozoïcum.

In 2008 slaagden wetenschappers erin het volledige genoom van de mammoet te sequencen. Daarmee werd hij het eerste uitgestorven dier waarvan het volledige genoom is gereconstrueerd. Dit heeft de paleogenetici verzoend met hun paleontologische collega's: uit de analyse van het volledige genoom blijkt dat de Aziatische olifant een naaste verwant is van de mammoet, in overeenstemming met de hypothesen van de paleontologen.

Dankzij deze analyses weten we veel meer over de afkomst van de mammoet, zijn fysiologie, zijn dieet en ook over de redenen van zijn uitsterven.

Paleogenetica heeft ook het naast elkaar bestaan van verschillende mammoetsoorten bevestigd, wat reeds door fossielen en paleontologie was waargenomen.

Paleogenetisch werk op de overblijfselen van *Mammuthus columbi* heeft aangetoond dat zij zich hebben vermengd met wolharige mammoeten toen deze zich bij hen voegden in Amerika. In Eurazië wijzen oude genetische kenmerken van wolharige mammoeten ook op kruising met de zuidelijke mammoet en de steppemammoet.

Interessant genoeg doen deze resultaten denken aan wat er in de menselijke geschiedenis is gebeurd, waar de moderne mens, de neanderthaler en de denisovamens zich in het pleistoceen in Eurazië hebben voortgeplant.

Paleogenetica heeft ook informatie opgeleverd over de hemoglobine van mammoeten. Deze molecule, die zuurstof van het bloed naar de organen transporteert, vereist een relatief hoge lichaamstemperatuur om te kunnen functioneren. Bij de mammoet vertoont de sequentie van het gen dat verantwoordelijk is voor deze molecule mutaties die hen onderscheiden van andere zoogdieren. De hemoglobine van de mammoet kon zo blijven functioneren bij veel lagere temperaturen. De aanpassing zal een groot voordeel hebben geleverd aangezien de voetzolen van mammoeten direct in contact kwamen met de bevroren grond, terwijl andere herbivoren tenminste hoeven hadden om hen tegen de kou te beschermen.

Paleogenetica helpt ook om te verduidelijken hoe de wolharige mammoet is uitgestorven. De genetische diversiteit van individuen wordt namelijk beïnvloed door demografische veranderingen in populaties. Analyse van het genoom van de laatste vertegenwoordigers van de mammoeten op Wrangel, bevestigt dat dit een zeer kleine populatie was die grote genetische afwijkingen vertoonde. Deze afwijkingen waren het gevolg van de toename van inteelt in kleine populaties. Paleogenetica toont aan dat deze instorting van de genetische diversiteit van mammoeten zeer snel verliep vanaf het laatste glaciële maximum. Door de snelle klimaatverandering aan het einde van het pleistoceen konden de mammoeten zich niet aanpassen aan de nieuwe milieuomstandigheden.

Voor het verdwijnen van de hollenbeer stelt de genetica ons in staat een andere hypothese te bedenken. Terwijl de demografie van bruine beren stabiel is gebleven gedurende de laatste 100.000 jaar, volgt die van de hollenbeer deze perfect tot hij daalt, tussen 50.000 en 40.000 jaar geleden. Dit was de tijd waarin onze voorouders zich over Europa verspreidden. De achteruitgang van de hollenberen zette zich voort tot het definitieve uitsterven van de soort zo'n 25.000 jaar geleden. Het is moeilijk om het klimaat de schuld te geven van deze achteruitgang (er was geen grote klimaatverandering in die tijd), net zoals het moeilijk is om de mens de schuld te geven (waarom zouden ze alleen op de hollenbeer jagen en niet op de bruine beer?).

Resten van hollenberen die in dezelfde grot zijn gevonden, vertonen verrassende genetische verwantschappen: ze dragen vaak hetzelfde mitochondriale DNA. Bruine beren daarentegen vertonen een mengeling van mitochondriale sequenties binnen dezelfde vindplaats. Het blijkt dat verwante hollenberen allemaal in dezelfde grot overwinterden, een praktijk die bekend staat als 'homing'. Dit gedrag biedt een onverwachte verklaring voor hun uitsterven. Met de komst van de mens in de regio kan de concurrentie om toegang tot grotten zijn toegenomen, aangezien het niet ongevoel was dat mensen hun toevlucht en bescherming zochten in grotten. Bruine beren, die niet beperkt waren tot de keuze van een bepaalde grot, zouden altijd wel ergens onderdak hebben gevonden. Maar hollenberen zouden het moeilijker hebben gehad om te reageren en een nieuw onderkomen te vinden. Dus, meer dan de jacht of het klimaat, kan de concurrentie om plaatsen, gekoppeld aan dit bijzondere overwinteringsgedrag, de oorzaak zijn geweest van het verdwijnen van de hollenbeer.

Het is ook zeker dat bruine beren zich hebben voortgeplant met hollenberen, omdat er nog een beetje hollenbeer-DNA wordt teruggevonden in de Euraziatische bruine berenpopulaties. Het gaat om ongeveer 1 tot 2% van het genoom. Dit doet ons opnieuw denken aan de situatie tussen moderne mensen, neanderthalers en denisovamensen in het pleistoceen.

Naast DNA kunnen ook eiwitten blijven bestaan en ons overleven. Massaspectrometers zijn de laatste jaren enorm geëvolueerd. Zij laten niet langer de karakterisering toe van enkele peptiden, maar van het proteoom in zijn geheel, d.w.z. alle eiwitten die in een biologisch weefsel aanwezig zijn.

Op die manier zijn wetenschappers erin geslaagd de sequentie te reconstrueren van verschillende peptiden van een neef van de wolharige neushoorn die leefde op de site van Dmanisi in Georgië.

Ze zijn er zelfs in geslaagd peptiden van 2 miljoen jaar oud te karakteriseren uit het tandglazuur van de Aziatische *Gigantopithecus*, die was blootgesteld aan het tropische klimaat van China. De verkregen informatie verduidelijkt dat hij behoorde tot het orang-oetan geslacht. Op basis van morfologische tandkarakteristieken kon men dit niet bevestigen.

DE GIGANTEN VAN VANDAAG

De megafauna van het verleden was veel groter dan die van vandaag. Vroeger moest je enkele tonnen wegen om als lid van deze club te worden beschouwd. Tegenwoordig is 45 kg voor een gewerveld dier de drempel om als reus te worden beschouwd! Toch slagen sommige soorten er tegenwoordig nog in zich te meten met de groten uit het verleden.

1. BLAUWE VINVIS

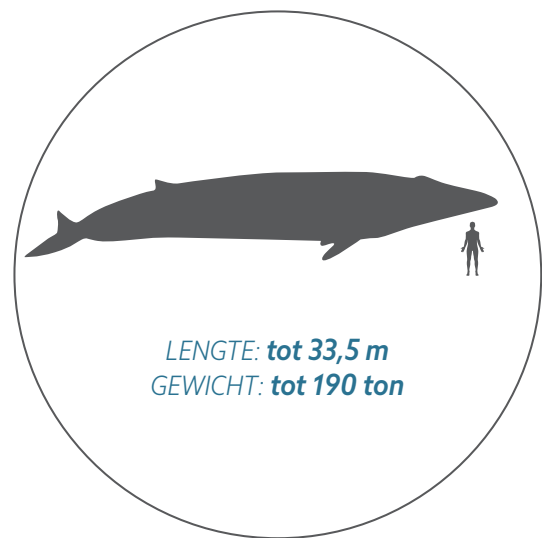
Balaenoptera musculus

De blauwe vinvis zwemt al sinds het pleistoceen in onze zeeën en oceanen. Het is het grootste zoogdier dat vandaag op onze planeet leeft, maar ook het grootste dat ooit heeft bestaan. Terwijl lang werd gedacht dat deze baleinwalvissen hun gigantische omvang vroeg in hun ontstaan hebben ontwikkeld, tonen recente ontdekkingen en analyses het tegendeel aan: de baleinwalvissen verschenen ongeveer 30 miljoen jaar geleden en waren toen tussen 5 en 9 meter lang (ongeveer de lengte van een dwergvinvis vandaag). Pas 4,5 miljoen jaar geleden bereikten ze de afmetingen die we nu kennen.

De verschillende soorten baleinwalvissen die we vandaag kennen evolueerden tegelijkertijd en op zeer korte tijd. De plotselinge diversificatie van de baleinwalvissen viel samen met de afkoeling van het klimaat en de vorming van grote ijskappen op het noordelijk halfrond. In het voorjaar en de zomer kwamen de in het ijs opgesloten voedingsstoffen vrij in het open water en stapelden zich op nabij de kust. Aangevoerd door de stromingen verzamelde het plankton zich in deze gebieden en groeide het aanzienlijk in contact met het voedselrijke water. Vanaf dat moment werd de voedselverdeling in de oceanen op zijn kop gezet. Plankton, dat tot dan toe verspreid was over de oceaan, begon seizoensgebonden concentraties te vormen, soms duizenden kilometers van elkaar verwijderd.

Geconfronteerd met deze nieuwe dynamiek werd grootte een kenmerk dat onder sterke selectiedruk stond. Zo konden de grotere individuen, met meer reserves, langere afstanden afleggen en profiteren van deze nieuwe voedselvoorraden. Kleinere individuen verdwenen geleidelijk en maakten plaats voor het tijdperk van de reuzen.

Tegenwoordig zwemmen walvissen nog steeds door de oceanen en migreren ze regelmatig van koude wateren, waar ze zich voeden, naar warmere wateren, waar ze baren. Ze kunnen op verschillende dieptes zwemmen, afhankelijk van hun activiteit en habitat. Meestal zwemmen ze echter in het oppervlaktewater of op geringe diepte.



Tijdens de migratie volgt de blauwe vinvis de stromingen aan het oppervlak en zwemt hij meestal in de bovenste wateren, die ondiep kunnen zijn. Wanneer hij echter naar voedsel duikt, kan hij diepten van 500 meter of meer bereiken.

Hij wordt gekenmerkt door zijn slanke lichaam, U-vormige kop en groeven in de nek. Hij heeft een enorme bek die meer dan 3 meter breed kan zijn. De bek bevat baleinplaten, flexibele kamvormige platen van keratine die voedsel uit het water filteren.

Ze staan erom bekend complexe en melodieuze geluiden te produceren, die op kilometers afstand te horen zijn.

Vóór het begin van de 20e eeuw was het aantal blauwe vinvissen bijzonder hoog, maar sinds er bijna een eeuw lang op werd gejaagd, is hun aantal sterk gedaald. Het aantal exemplaren, dat sinds 1966 door de internationale gemeenschap wordt beschermd, wordt nu op 5.000 tot 15.000 geschat. Volgens IUCN-rapporten is de soort dus nog steeds bedreigd.

2. WALVISHAAI

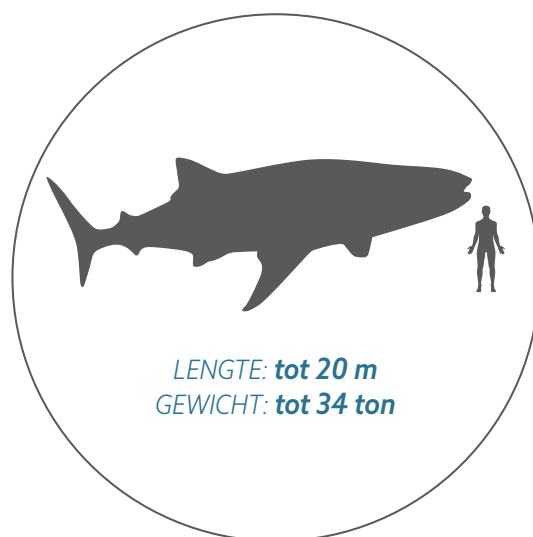
Rhincodon typus

De walvishaai werd in 1828 ontdekt door wetenschapper Andrew Smith en leeft al heel lang in onze oceanen en in gematigde zeeën. Er zijn tanden van walvishaaien gevonden die zo'n 15 tot 20 miljoen jaar oud zijn. Dit betekent dat de soort leefde naast een andere reus van de zee, de megalodon. Na de walvissen is dit het grootste dier dat momenteel op onze planeet leeft.

De walvishaai is een kraakbeenvis die volgroeid gemakkelijk 10 meter en soms zelfs 20 meter lang wordt. Hij heeft een uniek en gemakkelijk herkenbaar uiterlijk met karakteristieke huidpatronen die lijken op luipaardvlekken. Zijn huid voelt ruw aan door de aanwezigheid van kleine schubachtige 'tanden'. De kop van de walvishaai is breed en plat, met een enorme bek die meer dan 1,5 meter breed kan worden. De bek is gevuld met talrijke rijen kleine tanden, die nutteloos zijn om zich te voeden, want de walvishaai filtert meer dan 2000 ton water per uur door speciale kieuwen waarmee hij plankton en kleine schaaldieren kan vangen.

De walvishaai is een pelagische soort, dit wil zeggen dat hij leeft in diepe wateren. Op zoek naar voedsel komt hij echter overdag aan de oppervlakte of bezoekt hij koraalriffen met een hoge biodiversiteit. Hij komt vooral voor in tropische tot gematigde zeeën en oceanen, waar de globale temperatuur meer dan 20 graden celcius bedraagt. 75% van zijn populaties bevinden zich in de Indische Oceaan. Hij kan tot 150 jaar oud worden.

Hoewel de walvishaai vrijwel geen natuurlijke vijanden in zijn omgeving heeft, zijn vervuiling en overbevissing tegenwoordig de belangrijkste bedreigingen voor de walvishaai.



3. SAVANNEOLIFANT

Loxodonta africana

De savanneolifant behoort tot het geslacht van de Afrikaanse olifanten en is het grootste nog levende landdier en de grootste van de huidige olifanten. Hij is herkenbaar aan zijn grote oren, waarmee hij zijn lichaamstemperatuur kan regelen, en zijn lange voorpoten. Andere indrukwekkende kenmerken zijn de steeds groter wordende slagtanden (zowel bij mannetjes als vrouwtjes), zijn gerimpelde huid die hem helpt vocht vast te houden en natuurlijk zijn enorme flexibele slurf.

Net zoals de bosolifant, de Aziatische olifant en de uitgestorven mammoeten, behoort de savanneolifant tot de familie Elephantidae en de orde van de slurfdieren. Naar schatting zijn er in de loop van de evolutie ongeveer 352 soorten slurfdieren geweest. Wezens van deze orde hebben alle continenten bewoond, behalve Australië en Antarctica. Ze zijn allemaal uitgestorven, behalve de twee soorten Afrikaanse olifanten en de Aziatische olifant.

De Afrikaanse olifanten verschenen ongeveer 1,5 miljoen jaar geleden. Zij zijn evolutionair gezien de «nieuwste» olifantensoort en verschillen van de Aziatische olifant doordat zij groter zijn en zowel de mannetjes als de vrouwtjes slagtanden hebben.

Afrikaanse olifanten zijn herbivoren en voeden zich met allerlei planten, waaronder grassen, struiken en boombladeren.

Ze leven in sociale groepen, kuddes genaamd, die worden geleid door een dominant vrouwtje, de matriarch. Olifanten staan bekend om hun sterke sociale cohesie, empathie en intelligentie.

De savanneolifant is de meest verspreide soort en komt vooral voor op de grasvlakten en savannes van Oost-, Zuid- en West-Afrika. De grootste populaties worden aangetroffen in nationale parken en natuurreervaten, hoewel savanneolifanten ook buiten deze beschermde gebieden voorkomen. De bosolifant (*Loxodonta cyclotis*) is kleiner dan de savanneolifant en komt vooral voor in de dichte bossen van Centraal- en West-Afrika, hoewel er ook populaties in delen van Oost-Afrika voorkomen.

Sinds maart 2021 zijn Afrikaanse olifanten geclassificeerd als ernstig bedreigd als gevolg van habitatverlies, de jacht op ivoor en andere bedreigingen zoals conflicten met menselijke populaties.



4. KOMODOVARAAN

Varanus komodoensis

De komodovaraan is alleen te vinden in Indonesië, op de eilanden Komodo, Rinca, Gili Motang, Gili Dasami en Flores. De komodovaraan is geen kleine hagedis, integendeel, dit reptiel, behorende tot de varanenfamilie is de grootste landhagedis ter wereld. Hij kan meer dan 3 meter lang worden en meer dan 100 kg wegen.

De evolutie van de komodovaraan gaat terug tot het verschijnen van de eerste varanen in Azië ongeveer 40 miljoen jaar geleden, die naar Australië migreerden. Ongeveer 15 miljoen jaar geleden konden de hagedissen door een botsing tussen Australië en Zuidoost-Azië verhuizen naar wat nu de Indonesische archipel is. De Komodovaraan zou 4 miljoen jaar geleden zijn ontstaan, waarbij hij zich onderscheidde van zijn Australische voorouders en zijn verspreidingsgebied uitbreidde tot het eiland Timor. Een grote daling van de zeespiegel tijdens de laatste ijstijd legde grote delen van het continentaal plat bloot die de Komodovaraan koloniseerde, waarna hij op deze eilanden geïsoleerd raakte toen de zeespiegel langzaam weer steeg.

De komodovaraan is voornamelijk terrestrisch en bewoont de droge bossen, graslanden en tropische savannes van deze eilanden. Deze dieren hebben een warme, droge omgeving nodig om te overleven, met dagtemperaturen tot 35°C.

Met zijn grote kaken valt de komodovaraan zijn prooi bij verrassing aan en bijt ze meestal in de maag of keel. Daarna laat hij ze achter om te sterven aan diepe wonden. Maar dat is niet alles, de bacteriën in zijn speeksel infecteren het bloed van zijn slachtoffers en zijn gif, afgescheiden door de gifklieren onder zijn tandvlees, voorkomt dat het bloed stolt.

De komodovaraan is een vrij solitair dier dat actief is tijdens de dag. Als de nacht valt, schuilt hij meestal in zijn hol, waar de temperatuur aangenaam is. Hoewel het uitstekende zwemmers zijn, blijven komodovaranen over het algemeen relatief lang zitten op eenzelfde plaats.

Hoewel mannelijke komodovaranen vrouwtjes nodig hebben om zich voort te planten, kunnen de vrouwtjes zich voortplanten zonder mannetjes. Ze doen namelijk aan parthenogenese (ongeslachtelijke voortplanting) en kunnen zich dus alleen voortplanten, maar in dat geval krijgen ze enkel mannelijke nakomelingen.

Komodovaranen zijn door de International Union for Conservation of Nature (IUCN) geclassificeerd als kwetsbaar, vanwege de vernietiging van hun habitat en de illegale jacht.



LENGTE: 2,3 tot 3 m
GEWICHT: 68 tot 91 kg

5• LEDERSCHILDPAD

Dermochelys coriacea

De lederschildpad kan wel twee meter lang worden en meer dan 500 kg wegen en kan dus zeker gezien worden als echte reus. De lederschildpad is de grootste en zwaarste schildpad die je tegenwoordig nog kan tegenkomen zowel op het land als in het water.

Het uiterlijk van de lederschildpad is bijzonder omdat er in tegenstelling tot de andere zeeschildpadden geen kenmerkende hoornschilden aanwezig zijn op het rugschild. Het rugschild is gemaakt uit een dunne laag huid die een dikke laag vet bedekt waardoor het een leerachtig uiterlijk krijgt, vandaar ook z'n naam. Dit unieke schild bevat vele kleine benige plaatjes, die als een mozaïek verspreid liggen en die kunnen worden samengeperst zonder dat de schildpad hier schade van ondervindt. Dit stelt de lederschildpad in staat om tot wel 1000 meter diep te duiken op zoek naar voedsel en de bijhorende oplopende waterdruk te weerstaan.

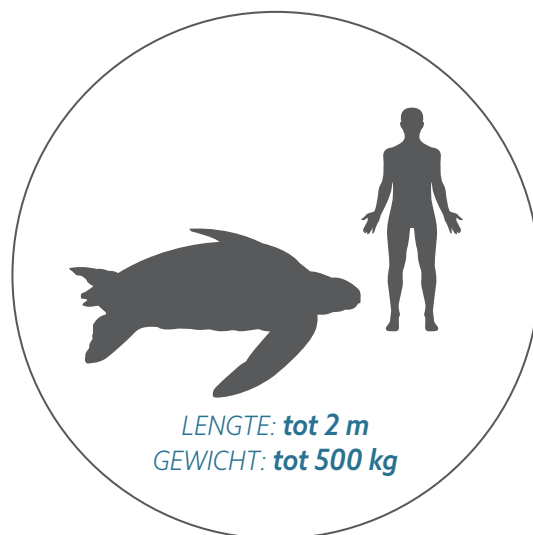
De lederschildpad is de enige huidige vertegenwoordiger van de familie van de lederschildpadden (Dermochelyidae) en de enige mariene schildpad die niet tot de familie van de zeeschildpadden behoort (Cheloniidae). Deze schildpad is de meest hydrodynamische zeeschildpad dankzij zijn vorm en zijn vermogen om extreem snel te zwemmen (met pieken van bijna 40 km/u).

Deze schildpad staat ook bekend om zijn enorme, langwerpige kop. Dankzij zijn krachtige kaken kan hij zich voeden met kwallen en koppotigen, zijn belangrijkste voedselbronnen. Dankzij zijn gespecialiseerde dieet speelt de lederschildpad een cruciale rol bij het reguleren van de kwallenpopulaties en helpt hij het evenwicht van het mariene ecosysteem te behouden.

Naast zijn imposante formaat staat de lederschildpad ook bekend om zijn ongelooflijke migratiemogelijkheden. Vrouwtjes kunnen duizenden kilometers afleggen doorheen de oceanen om hun nestplaats te bereiken en keren hierbij vaak terug naar het strand waar ze geboren zijn.

Helaas is de lederschildpad een bedreigde diersoort. Zeevervuiling, verlies van leefgebied, onbedoelde vangst in visnetten en de illegale jacht voor het vlees, de eieren en het rugschild hebben het voortbestaan van deze soort in gevaar gebracht. Over de hele wereld worden inspanningen geleverd om de lederschildpad te beschermen en de populaties in stand te houden. Men tracht zeereservaten op te richten en daarnaast probeert men ook het belang van het behoud van deze iconische soort en zijn omgeving te onderstrepen aan de hand van onderwijs.

De lederschildpad staat zo tegelijkertijd symbool voor de rijkdom als voor de kwetsbaarheid van de huidige mariene biodiversiteit.



EN HET TEGENGESTELDE ... DWERGGROEI

Hoewel gigantisme in de geschiedenis van levende wezens vaak heeft bestaan, heeft ook het omgekeerde plaatsgevonden en zijn sommige soorten gekenmerkt door hun zeer kleine omvang. Dit is een aanpassing aan de biogeografische context of bijvoorbeeld het gevolg van het ontstaan van eilanden.

Eilandomstandigheden kunnen vreemde effecten hebben op de grootte van een dier. Het blijkt dat grote zoogdieren de neiging hebben kleiner te worden (dit staat bekend als «eilanddwerggroei») en dat kleine zoogdieren de neiging hebben groter te worden.

Zo werden sommige olifanten en nijlpaarden tijdens het pleistoceen op de eilanden in de Middellandse Zee klein, terwijl sommige knaagdieren groter werden. Uit de fossielen blijkt dat deze veranderingen vrij snel kunnen plaatsvinden, in sommige gevallen binnen een paar duizend jaar.

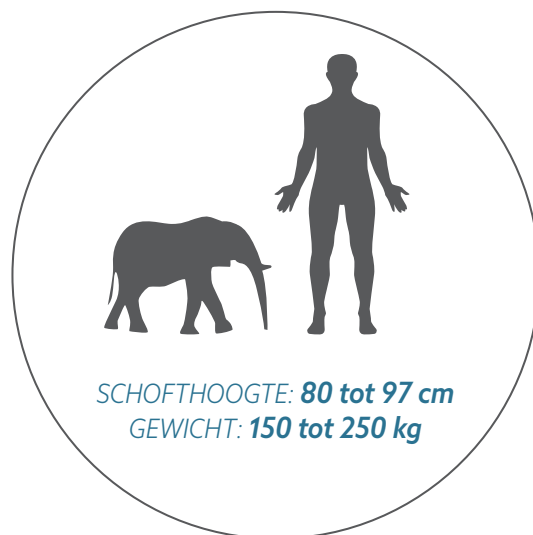
Gigantisme en dwerggroei zijn dus twee bekende aanpassingen op kleine geïsoleerde eilanden over zeer lange periodes. Deze twee processen kunnen worden verklaard door de afwezigheid van predatie, zodat kleine soorten groot werden. Bij grote soorten die kleiner werden is dit te verklaren door het feit dat grote dieren niet lang kunnen leven op te kleine ruimtes zonder binnen enkele generaties te verdwijnen, bij gebrek aan ruimte en voldoende voedselbronnen.

1. DWERGOLIFANT

Elephas falconeri

Meer dan 12.000 jaar geleden werden nog dwergolifanten aangetroffen op de meeste eilanden in de Middellandse Zee (Sicilië, Malta, Sardinië, Cyprus, Kreta, enz.). Zij zouden van het vasteland gekomen zijn door te zwemmen of over land bij schommelingen van het zeeniveau. Deze olifanten werden veel kleiner dan de continentale soorten. Uit sommige fossielen van Sicilië en Malta blijkt dat het volwassen dier nog geen 1 meter hoog werd en ongeveer 200 kg woog, terwijl hun continentale voorouder meer dan 3 meter schofthoogte had.

De Siciliaanse dwergolifant zou het langst geleefd hebben, tot in de Romeinse tijd.



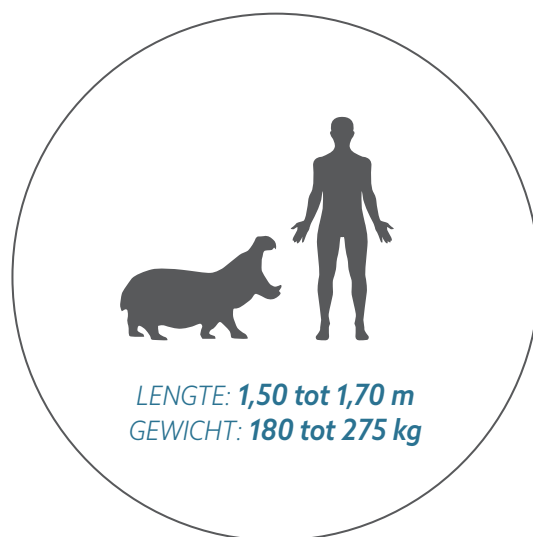
2. DWERGNIJLPAARD

Hippopotamus lemerlei

Het dwergnijlpaard van Madagaskar is niet de enige in zijn soort. Andere dwergnijlpaarden leefden op mediterrane eilanden als Cyprus en Kreta en verdwenen ongeveer 10.000 jaar geleden. Het West-Afrikaanse dwergnijlpaard bestaat nog steeds.

Het voedde zich met wortels en fruit. Om elke activiteit tijdens de hete uren van de dag te vermijden, voedde het zich 's nachts. Zodra de zon opkwam, keerde het terug naar het water en de modder om af te koelen.

Het dwergnijlpaard is nog steeds zeer aanwezig in Malagassische verhalen en legendes.



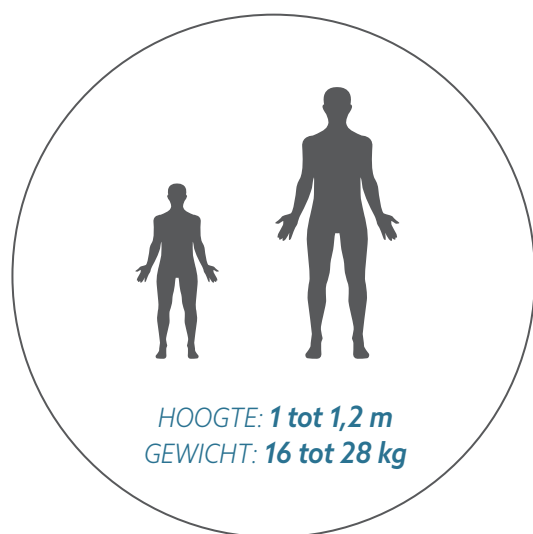
3. FLORESMENS

Homo floresiensis

Homo floresiensis, soms «de Hobbit» genoemd, is een kleine mensensoort die is gevonden in de Liang Bua-grot op het eiland Flores, Indonesië.

Met een lengte van iets meer dan 1 meter en een schedelinhoud van ongeveer 400 cm³ is hij waarschijnlijk geëvolueerd uit een vroegere pleistocene populatie die op het eiland aankwam. Zijn eigenaardige morfologie maakt het moeilijk om parallellen te trekken met zijn naaste verwanten.

Het eiland Flores was lange tijd gescheiden van Australië en Azië. De isolatie gedurende een lange periode kan hebben geleid tot een «inkrimping» van de eilandsoorten in vergelijking met hun verwanten op het vasteland, een evolutionair fenomeen dat in het dierenrijk, zoals we hebben gezien, bekend staat als eilanddwerggroe.



Bibliografie

- Hélène Rajcak et Damien Laverdunt, *Petites et grandes histoires des animaux disparus, Actes sud junior*, 2010.
- Pierre Cattelain, et al., *Disparus ? Les mammifères au temps de Cro-Magnon en Europe*, Editions du Cedarc, 2018.
- Stephen Jay Gould, *The book of life, an illustrated history of the evolution of life on earth*, Norton, 2001.
- Emmanuelle Grundmann et Pierre-Olivier Antoine, *Le mystère des géants, de la disparition des dinosaures à nos jours*, Editions de la Martinière, 2018.
- Manzuetti, A. et al. (2020). «*An extremely large saber-tooth cat skull from Uruguay (late Pleistocene–early Holocene, Dolores Formation): body size and paleobiological implications*». *Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology*. 44 (2): 332–339.
- Ludovic Orlando, *L'ADN fossile, une machine à remonter le temps*, Odile Jacob, 2021.
- Steve Parker et al., *Evolution, la grande histoire du vivant*, Delachaux et Niestlé, 2018.
- Hélène Rajcak et Damien Laverdunt, *Petites et grandes histoires des animaux disparus, Actes sud junior*, 2010.
- Welker, F.; Ramos-Madrugal, J.; Kuhlwilm, M.; Wei Liao, Petra Gutenbrunner, Marc de Manuel, Diana Samodova, Meaghan Mackie, Morten E. Allentoft, Anne-Marie Bacon, Matthew J. Collins, Jürgen Cox, Carles Lalueza-Fox, Jesper V. Olsen, Fabrice Demeter, Wei Wang, Tomas Marques-Bonet and Enrico Cappellini. 2019. «*Enamel proteome shows that Gigantopithecus was an early diverging pongine*». *Nature*. 576 (7786): 262–265
- Wilson GP, Evans AR, Corfe IJ, Smits PD, Fortelius M, Jernvall J. 2012 *Adaptive radiation of multituberculate mammals before the extinction of dinosaurs*. *Nature* 483, 457–460. (doi:10.1038/nature10880)
- Terre des géants : mène l'enquête avec les scientifiques*, Larousse Hors collection jeunesse, 2019.
- Un temps de mammoth, portrait d'un géant disparu*, Plume de carotte, 2020.

Internet

- Benton, M. J.; Csiki, Z.; Grigorescu, D.; Redelstorff, R.; Sander, P. M.; Stein, K.; Weishampel, D. B. (2010-01-28). «*Dinosaurs and the island rule: The dwarfed dinosaurs from Hațeg Island*» (PDF). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 293 (3–4): 438–454. Bibcode:2010PPP...293..438B. doi:10.1016/j.palaeo.2010.01.026
- Burness, G. P.; Diamond, J.; Flannery, T. (2001-12-04). «*Dinosaurs, dragons, and dwarfs: The evolution of maximal body size*». *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 98 (25): 14518–14523. Bibcode:2001PNAS...9814518B. doi:10.1073/pnas.251548698
- Cooper, A.; Turney, C.; Hughen, K. A.; Brook, B. W.; McDonald, H. G.; Bradshaw, C. J. A. (2015-07-23). «*Abrupt warming events drove Late Pleistocene Holarctic megafaunal turnover*». *Science*. 349(6248): 602–6. Bibcode:2015Sci...349..602C. doi:10.1126/science.aac4315
- Goldbogen, J. A.; Cade, D. E.; Wisniewska, D. M.; Potvin, J.; Segre, P. S.; Savoca, M. S.; Hazen, E. L.; Czapanskiy, M. F.; Kahane-Rapport, S. R.; DeRuiter, S. L.; Gero, S.; Tønnesen, P.; Gough, W. T.; Hanson, M. B.; Holt, M. M.; Jensen, F. H.; Simon, M.; Stimpert, A. K.; Arranz, P.; Johnston, D. W.; Nowacek, D. P.; Parks, S. E.; Visser, F.; Friedlaender, A. S.; Tyack, P. L.; Madsen, P. T.; Pyenson, N. D. (2019). «*Why whales are big but not bigger: Physiological drivers and ecological limits in the age of ocean giants*». *Science*. 366 (6471): 1367–1372. Bibcode:2019Sci...366.1367G. doi:10.1126/science.aax9044
- Head, J.J.; Bloch, J.I.; Hastings, A.K.; Bourque, J.R.; Cadena, E.A.; Herrera, F.A.; Polly, P.D.; Jaramillo, C.A. (2009). «*Giant boid snake from the paleocene neotropics reveals hotter past equatorial temperatures*». *Nature*. 457 (7230): 715–717. Bibcode:2009Natur.457..715H. doi:10.1038/nature07671
- Heim, N. A.; Knope, M. L.; Schaal, E. K.; Wang, S. C.; Payne, J. L. (2015-02-20). «*Cope's rule in the evolution of marine animals*». *Science*. 347 (6224): 867–870. Bibcode:2015Sci...347..867H. doi:10.1126/science.1260065
- Hughes, Sandrine; Hayden, Thomas J.; Douady, Christophe J.; Tougaard, Christelle; Germonpré, Mietje; Stuart, Anthony; Lbova, Lyudmila; Carden, Ruth F.; Hänni, Catherine; Say, Ludovic (2006). «*Molecular phylogeny of the extinct giant deer, Megaloceros giganteus*». *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 40 (1): 285–291. doi:10.1016/j.ympev.2006.02.004. PMID 16556506.
- Lambert, Olivier; Bianucci, Giovanni; Post, Klaas; de Muizon, Christian; Salas-Gismondi, Rodolfo; Urbina, Mario; Reumer, Jelle (2010). «*The giant bite of a new raptorial sperm whale from the Miocene epoch of Peru*» (PDF). *Nature*. 466 (7302): 105–108.
- Lan T. and Lindqvist C. 2018. *Paleogenomics: Genome-Scale Analysis of Ancient DNA and Population and Evolutionary Genomic Inferences*. In: *Population Genomics*, Springer, Cham. Pp 1-38.
- Liu, Shanlin; Westbury, Michael V.; Dussex, Nicolas; Mitchell, Kieren J.; Sinding, Mikkel-Holger S.; Heintzman, Peter D.; Duchêne, David A.; Kapp, Joshua D.; von Seth, Johanna; Heiniger, Holly; Sánchez-Barreiro, Fátima (24 August 2021). «*Ancient and modern genomes unravel the evolutionary history of the rhinoceros family*». *Cell*. 184 (19): 4874–4885.e16. doi:10.1016/j.cell.2021.07.032
- Martin, P. S.; Steadman, D. W. (1999-06-30). «*Prehistoric extinctions on islands and continents*». In MacPhee, R. D. E (ed.). *Extinctions in near time: causes, contexts and consequences*. *Advances in Vertebrate Paleobiology*. Vol. 2. New York: Kluwer/Plenum. pp. 17–56. ISBN
- Richard A. Farina, Sergio F. Vizcaino, Gerry De Iuliis (2013). «*The Great American Biotic Interchange*». *Mega fauna: Giant Beasts of Pleistocene South America*. Indiana University Press, Bloomington, Indiana. p. 150. ISBN

Richard A. Farina, Sergio F. Vizcaino, Gerry De Iuliis (2013). *«The Great American Biotic Interchange»*. Megafauna: Giant Beasts of Pleistocene South America. Indiana University Press, Bloomington, Indiana. p. 150. ISBN

Rohland, N., Reich, D., Mallick, S., Meyer, M., Green, R.E., Georgiadis, N.J., Roca, A.L., Hofreiter, M. (2010). *Genomic DNA Sequences from Mastodon and Woolly Mammoth Reveal Deep Speciation of Forest and Savanna Elephants*. PLoS Biol 8 (12): e1000564. DOI: 10.1371/journal.pbio.1000564.

Rule, S.; Brook, B. W.; Haberle, S. G.; Turney, C. S. M.; Kershaw, A. P. (2012-03-23). *«The Aftermath of Megafaunal Extinction: Ecosystem Transformation in Pleistocene Australia»*. Science. 335 (6075): 1483–1486. Bibcode:2012Sci...335.1483R. doi:10.1126/science.1214261

Shimada, Kenshu (2019). *«The size of the megatooth shark, Otodus megalodon (Lamniformes: Otodontidae), revisited»*. Historical Biology. 33 (7): 1–8. doi:10.1080/08912963.2019.1666840.

Smith, F. A.; Boyer, A. G.; Brown, J. H.; Costa, D. P.; Dayan, T.; Ernest, S. K. M.; Evans, A. R.; Fortelius, M.; Gittleman, J. L.; Hamilton, M. J.; Harding, L. E.; Lintulaakso, K.; Lyons, S. K.; McCain, C.; Okie, J. G.; Saarinen, J. J.; Sibly, R. M.; Stephens, P. R.; Theodor, J.; Uhen, M. D. (2010-11-26). *«The Evolution of Maximum Body Size of Terrestrial Mammals»*. Science. 330 (6008): 1216–1219. Bibcode:2010Sci...330.1216S. CiteSeerX 10.1.1.383.8581. doi:10.1126/science.1194830

Stanton, D.W.; Alberti, F.; Plotnikov, V.; Androssov, S.; Grigoriev, S.; Fedorov, S.; Kosintsev, P.; Nagel, D.; Vartanyan, S.; Barnes, I. & Barnett, R. (2020). *«Early Pleistocene origin and extensive intra-species diversity of the extinct cave lion»*. Scientific Reports. 10(1): 12621. Bibcode:2020NatSR..1012621S. doi:10.1038/s41598-020-69474-1

Steadman, D. W.; Martin, P. S.; MacPhee, R. D. E.; Jull, A. J. T.; McDonald, H. G.; Woods, C. A.; Iturralde-Vinent, M.; Hodgins, G. W. L. (2005-08-16). *«Asynchronous extinction of late Quaternary sloths on continents and islands»*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 102 (33): 11763–11768. Bibcode:2005PNAS..10211763S. doi:10.1073/pnas.0502777102

Stuart, A. J. (November 1991). *«Mammalian extinctions in the Late Pleistocene of northern Eurasia and North America»*. Biological Reviews. 66 (4): 453–562. doi:10.1111/j.1469-185X.1991.tb01149.x

Tao Deng, Xiaokang Lu, Shiqi Wang, Lawrence J. Flynn, Danhui Sun, Wen He und Shanqin Chen: *An Oligocene giant rhino provides insights into Paraceratherium evolution*. Communications Biology 4, 2021, S. 639, doi:10.1038/s42003-021-02170-6

Podcasts

Baleine sous Gravillon (BSG), La gigafaune du passé, 4 épisodes.