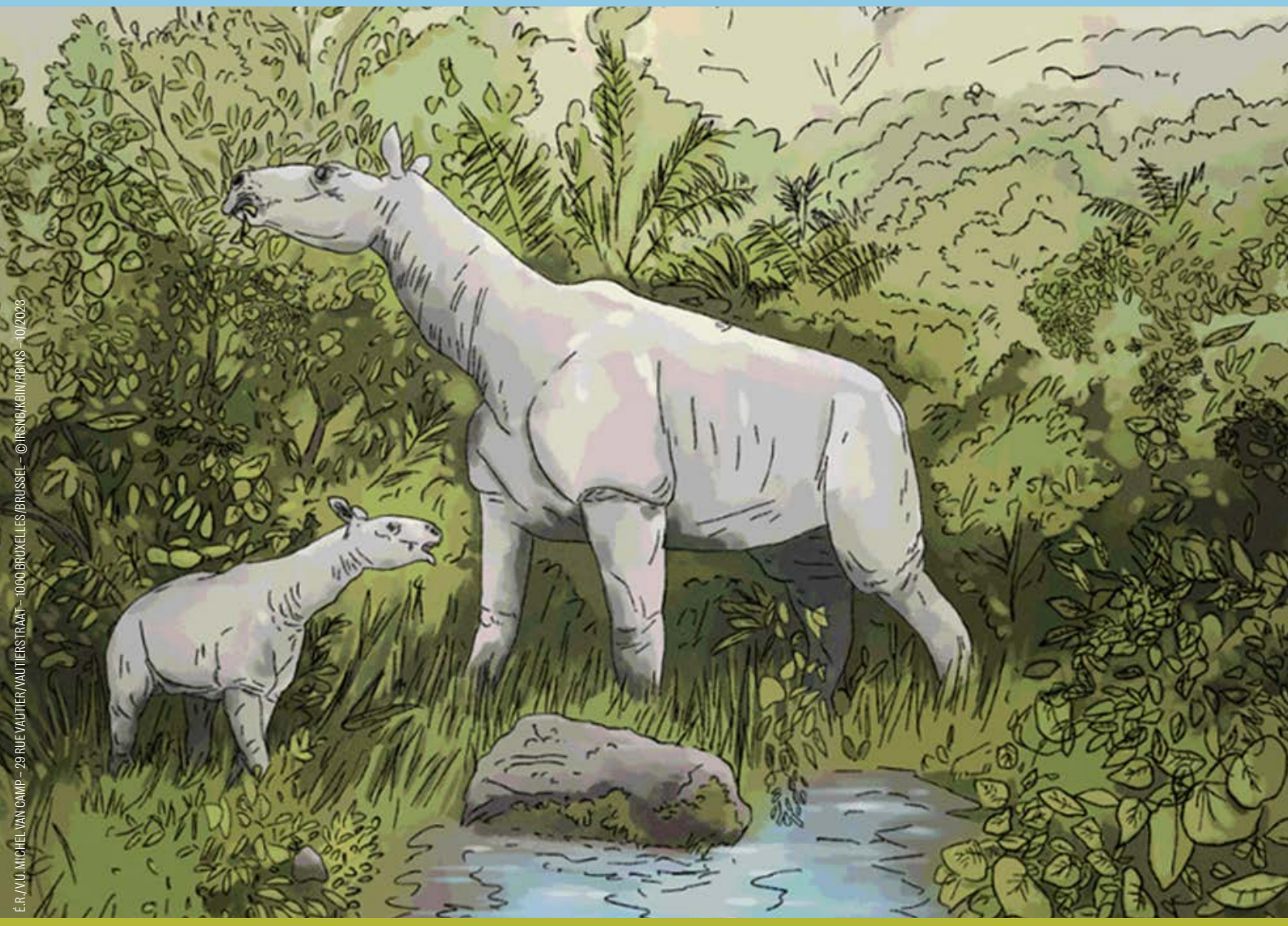
Rue Vautier, 29
1000 Bruxelles

natural
sciences
.be

DOSSIER DIDACTIQUE



É.R./V.U. MICHEL VAN CAMP – 29 RUE VAUTIER/VAUTIERSTRAAT – 1000 BRUXELLES/BRUSSEL – © IRSNB/KBIN/RBINS – 10/2023

GIANTS

belspo .be

TABLE DES MATIÈRES

GIANTS

PRÉSENTATION 4

CADRE CHRONOLOGIQUE 5

Multituberculé *(Kryptobaatar* sp.*)* 6

C'EST QUOI UN GÉANT ? 7

PLAN 9

PARCOURS 10

LES GÉANTS DU CÉNOZOÏQUE 11

Paléogène 11

1· Le serpent géant *(Titanoboa cerrejonensis)* 11

2· Le rhinocéros préhistorique *(Paraceratherium* sp.*)* 12

Néogène 13

3· Le mégalodon *(Otodus megalodon)* 13

4· Le cachalot préhistorique *(Livyatanvillei)* 15

Quaternaire 17

5· Le paresseux terrestre géant *(Megatherium americanum)* 17

6· Le chat à dents de sabre *(Smilodon populator)* 18

7· Le singe géant *(Gigantopithecus blacki)* 19

8· Le rhinocéros laineux *(Coelodonta antiquitatis)* 21

9· Le lion des cavernes *(Panthera spelaea)* 22

10· Le mégacéros géant *(Megaloceros giganteus)* 23

11· Le mammouth laineux *(Mammuthus primigenius)* 24

UN PEU DE PALÉOGÉNÉTIQUE 27

LES GÉANTS ACTUELS 29

1· La baleine bleue *(Balaenoptera musculus)* 29

2· Le requin baleine *(Rhincodon typus)* 30

3· L'éléphant de savane d'Afrique *(Loxodonta africana)* 31

4· Le dragon de Komodo *(Varanus komodoensis)* 32

5· La tortue luth *(Dermochelys coriacea)* 33

ET LE CONTRAIRE ? LE NANISME 34

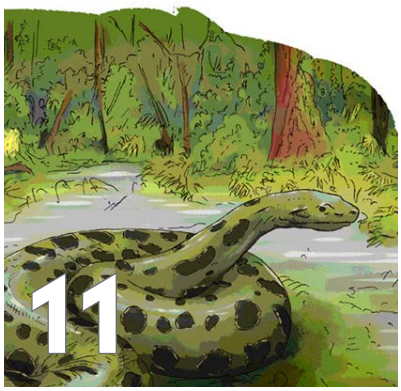
1· L'éléphant nain de Sicile *(Elephas falconeri)* 35

2· L'hippopotame nain de Madagascar *(Hippopotamus lemerlei)* 35

3· L'Homme de Florès *(Homo floresiensis)* 35

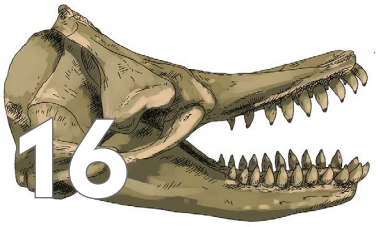
Bibliographie 36

10


11

13

14


16

17

18

20

21

22

23

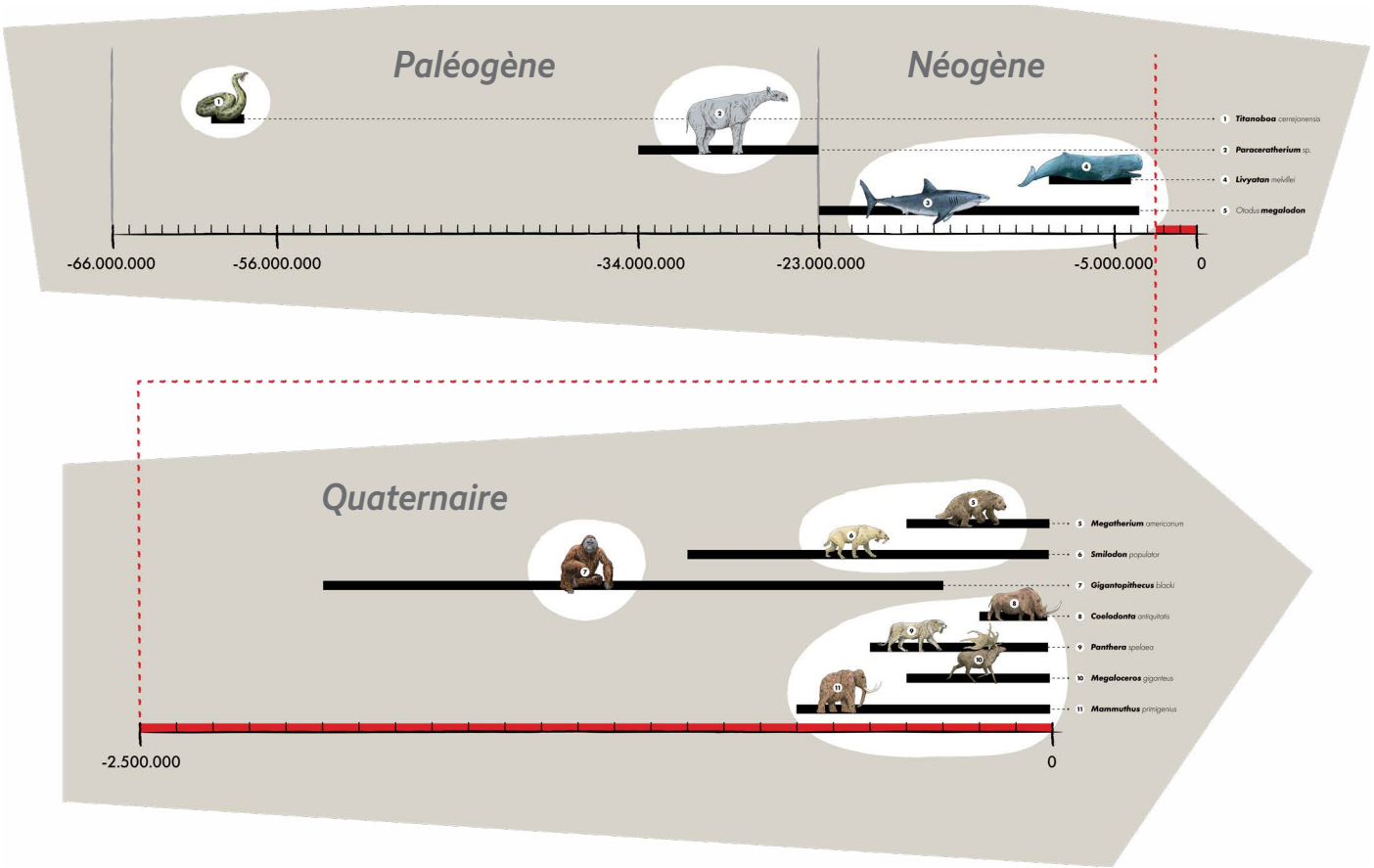
26

Présentation

CADRE CHRONOLOGIQUE

Des animaux « géants » ont existé de tous temps au cours de l'histoire de la vie sur notre planète. Si les premiers auxquels nous pensons sont sans aucun doute les grands dinosaures du Mésozoïque, d'autres de ces géants ont peuplé la planète bien avant. Pensons par exemple aux arthropodes du Carbonifère (libellule de 70 cm d'envergure, mille-pattes de 2 m de long…).

Après la disparition des grands dinosaures il y a 66 millions d'années, d'autres animaux devinrent à leur tour, des géants. L'exposition se focalise sur du Cénozoïque, l'ère commençant après l'extinction de la fin du Crétacé il y a 66 millions d'années et se divisant en 3 périodes : Paléogène, Néogène et Quaternaire.



Mais comment des mammifères ont-ils pu atteindre de telles proportions ? Pour le comprendre, revenons un peu en arrière…

Il y a environ 66 millions d'années, une météorite s'est écrasée sur Terre, déclenchant des événements dévastateurs. L'impact a provoqué d'énormes incendies, libéré d'immenses quantités de poussière et de gaz dans l'atmosphère, et généré des tsunamis dévastateurs.

Cet événement a entraîné des changements drastiques dans l'environnement, notamment des perturbations climatiques et une réduction de la luminosité solaire. Ces conditions ont eu un impact direct sur les espèces existantes, en particulier les dinosaures non aviaires, mettant fin à leur règne de millions d'années sur la Terre.

Cependant, parmi les ruines de cette extinction massive, de nouvelles formes de vie vont émerger, se diversifier et occuper les niches écologiques laissées vacantes. Parmi les survivants, les multituberculés, un groupe de mammifères anciens, tel que *Kryptobaatar,* exposé ici. Ces petits animaux ont proliféré au cours du Mésozoïque, quand les dinosaures étaient toujours vivants, diversifiant leurs formes et leurs habitudes alimentaires. *Kryptobaatar* avait un crâne de 2,6 cm et des dents similaires à celles d'un rongeur, mais était omnivore et se déplaçait probablement en sautillant comme une gerboise.

Les multituberculés présentaient des adaptations uniques, notamment des dents spécialisées et des membres agiles, qui leur ont permis de s'adapter à différents habitats et de se nourrir d'une variété de ressources.

À VOIR :

***Kryptobaatar* sp.**
Squelette partiel , original
Bayan Mandahu, Mongolie-Intérieure, Chine
© Inner Mongolia Museum & Institut royal des Sciences naturelles de Belgique

La transition entre le Crétacé et le Cénozoïque a marqué un tournant dans l'histoire évolutive de notre planète. L'extinction des dinosaures a ouvert la voie à de nouvelles formes de vie, permettant la diversification des mammifères et, plus tard, l'émergence des ancêtres des espèces que nous connaissons aujourd'hui. Certains de ces mammifères, mais d'autres vertébrés également, atteindront dès le Paléocène, des tailles impressionnantes !

Paléogène et Néogène

Le Paléogène et le Néogène sont deux périodes géologiques successives qui constituent la grande majorité du Cénozoïque, l'ère, entre autres, de la faune et de la flore modernes.

Le **Paléogène** (divisé en **Paléocène**, **Éocène** et **Oligocène**) s'étend d'environ 66 à 23 millions d'années et a été une période de changements majeurs sur Terre. En effet, de nouvelles espèces et de nouveaux écosystèmes vont émerger après l'extinction massive qui a fait disparaître les dinosaures (excepté les oiseaux). C'est aussi une période d'activité tectonique et de formation de nouvelles chaînes de montagnes telles que les Andes, l'Himalaya, les Alpes et les Montagnes Rocheuses.

Le **Néogène** (divisé en **Miocène** et **Pliocène**) a suivi le Paléogène et a duré d'environ 23 millions à 2,6 millions d'années. Au cours du Néogène, la Terre, la faune et la flore ont de nouveau subi des changements majeurs ; les écosystèmes de savanes modernes se sont développés, les mammifères brouteurs se sont diversifiés. C'est également à cette époque que les grands singes font leur apparition. C'est aussi une période de refroidissement du climat, qui a conduit à la formation des calottes polaires des pôles Nord et Sud.

Quaternaire

Le **Quaternaire** est la période géologique qui a commencé il y a environ 2,6 millions d'années et qui se poursuit aujourd'hui. Le Quaternaire est divisé en deux époques : le **Pléistocène** et l'**Holocène**.

Le Pléistocène couvre la majeure partie du Quaternaire, depuis environ 2,6 millions d'années jusqu'à 11 700 ans. Le Pléistocène est caractérisé par plusieurs périodes glaciaires et interglaciaires, au cours desquelles la température de la Terre s'abaisse et s'élève alternativement. Au cours de ces périodes glaciaires, les calottes glaciaires de l'Arctique et de l'Antarctique se sont étendues, abaissant le niveau des mers et créant d'immenses ponts terrestres. Cela a eu des conséquences importantes pour l'évolution de la vie sur Terre, car les espèces ont pu se répandre sur de nouveaux continents. La fin du Pléistocène est marquée par l'extinction de nombreux grands mammifères, tels que le lion des cavernes et le rhinocéros laineux, qui pourrait être due au changement climatique et aux activités humaines.

C'EST QUOI UN GÉANT ?

« Mégafaune » est le terme utilisé pour décrire les animaux de très grande taille qui ont existé dans le passé. Mais à partir de quand un animal est-il considéré comme étant un géant ?

Nous avons tendance à prendre notre propre taille d'être humain comme la norme et, dès lors à trouver un éléphant très grand et un lapin très petit. Mais si on considère la taille moyenne de toutes les espèces de mammifères (où les rongeurs et les chauves-souris sont bien plus nombreux que les antilopes et les baleines), il apparaît que le poids moyen est de plus ou moins 450 g, ce qui correspond au poids d'un petit rat. Ce changement de perspective fait d'un lapin un grand mammifère.

Néanmoins, malgré la relativité du concept de gigantisme, on considère que, pour rentrer dans la catégorie appelée « mégafaune », il faut qu'un vertébré dépasse les 45 kg. Un mammifère herbivore qui dépasse les 1000 kg sera également considéré comme un « méga-herbivore ». Ces derniers comprennent aujourd'hui les éléphants, les rhinocéros, les hippopotames, les bisons, les buffles et les girafes. Les géants du Cénozoïque portaient les noms de paracérathérium, mégathérium, mammouth, giganthopithèque…

La mégafaune partage différents points communs :

- **Une grande longévité,**
- **Une croissance lente,**
- **Une maturité sexuelle plutôt tardive,**
- **Une longue durée de gestation,**
- **Des portées souvent réduites à un seul petit,**
- **Des soins parentaux prodigués aux jeunes.**

Mais quels étaient les avantages et les désavantages d'être un animal géant ? Comment cela s'explique-t-il d'un point de vue évolutif ? Quelle était la stratégie évolutive de ces animaux massifs ?

Être un animal géant comporte plusieurs avantages évidents. Tout d'abord, la taille imposante confère une présence dominante dans l'écosystème. Les animaux géants peuvent se déplacer sur de plus longues distances, chasser des proies plus petites et défendre leur territoire avec plus d'efficacité.

En outre, les animaux géants bénéficient souvent de l'avantage de ne plus avoir beaucoup de prédateurs. Leur taille peut dissuader ou rendre difficile l'attaque par des prédateurs plus petits. Certains possèdent également des adaptations défensives, comme des cornes, des défenses ou des carapaces, qui renforcent leur avantage contre les prédateurs potentiels.

Un autre avantage de la taille gigantesque est la capacité à exploiter des ressources alimentaires particulières. Les animaux géants peuvent se nourrir de végétation difficile à atteindre pour les animaux plus petits, ou chasser des proies qui ne sont pas disponibles pour leurs homologues plus petits. Cette spécialisation alimentaire peut réduire la compétition avec d'autres espèces. Les grands animaux ont également besoin de moins de nourriture proportionnellement à la masse corporelle, par rapport à un animal de petite taille.

Mais être grand et massif ne prodigue pas que des avantages. C'est parfait dans un environnement stable et riche en nourriture, mais cela devient un problème en temps de famine ou de brusque changement de l'environnement, comme un changement climatique. En effet, nourrir un tel corps n'est pas une mince affaire, ces animaux ayant besoin d'une quantité considérable de nourriture, ce qui peut être un défi dans des environnements où les ressources sont limitées, et la moindre modification de leur écosystème peut avoir des répercussions mortelles. Car ces géants sont en effet bien fragiles lorsque leur environnement se modifie. Seule alternative, aller voir si l'herbe n'est pas plus verte ailleurs… Et si cela n'est pas possible, il y aura des conséquences… Car leur faible taux de reproduction induit une vitesse d'adaptation réduite qui signifie souvent l'extinction pure et simple. Telle est la règle évolutive : se déplacer, s'adapter ou mourir…

Du point de vue évolutif, la stratégie des animaux géants diffère de celle des animaux plus petits.

Les animaux de grande taille, tels que ceux de la mégafaune, semblent suivre une stratégie évolutive dite « stratégie K ». Les espèces suivant cette « stratégie » se caractérisent par une reproduction à un rythme plus lent, produisant moins de descendants, mais investissant davantage d'énergie et de temps dans l'élevage et la protection de leur progéniture.

En revanche, les animaux plus petits, qui sont souvent en concurrence directe avec les animaux géants pour les ressources, semblent suivre une stratégie évolutive différente, appelée « stratégie r ». Ces espèces ont tendance à se reproduire à un rythme élevé, produisant une grande quantité de descendants, mais avec un investissement parental relativement faible et une progéniture relativement indépendante dès la naissance.

La taille massive peut être considérée comme une stratégie évolutive de niche. Les animaux géants occupent souvent des niches écologiques spécifiques et explorent des ressources qui ne sont pas accessibles aux animaux plus petits. Cette spécialisation permet d'éviter une compétition intense avec d'autres espèces et de prospérer dans des environnements spécifiques.

De plus, la taille des animaux géants peut également être le résultat d'une pression de sélection liée à la reproduction. Dans certaines espèces, les individus de grande taille peuvent être considérés comme plus attractifs pour les partenaires potentiels. Cela peut conduire à une sélection sexuelle favorisant une taille plus importante, contribuant ainsi à l'évolution de la mégafaune.

Le temps que prendra une lignée à devenir géante dépendra du milieu. Car la croissance est plus rapide en milieu aquatique que sur terre, les contraintes liées au milieu aquatique étant moins fortes. La baleine bleue n'est-elle pas un des plus grands animaux à ce jour ?

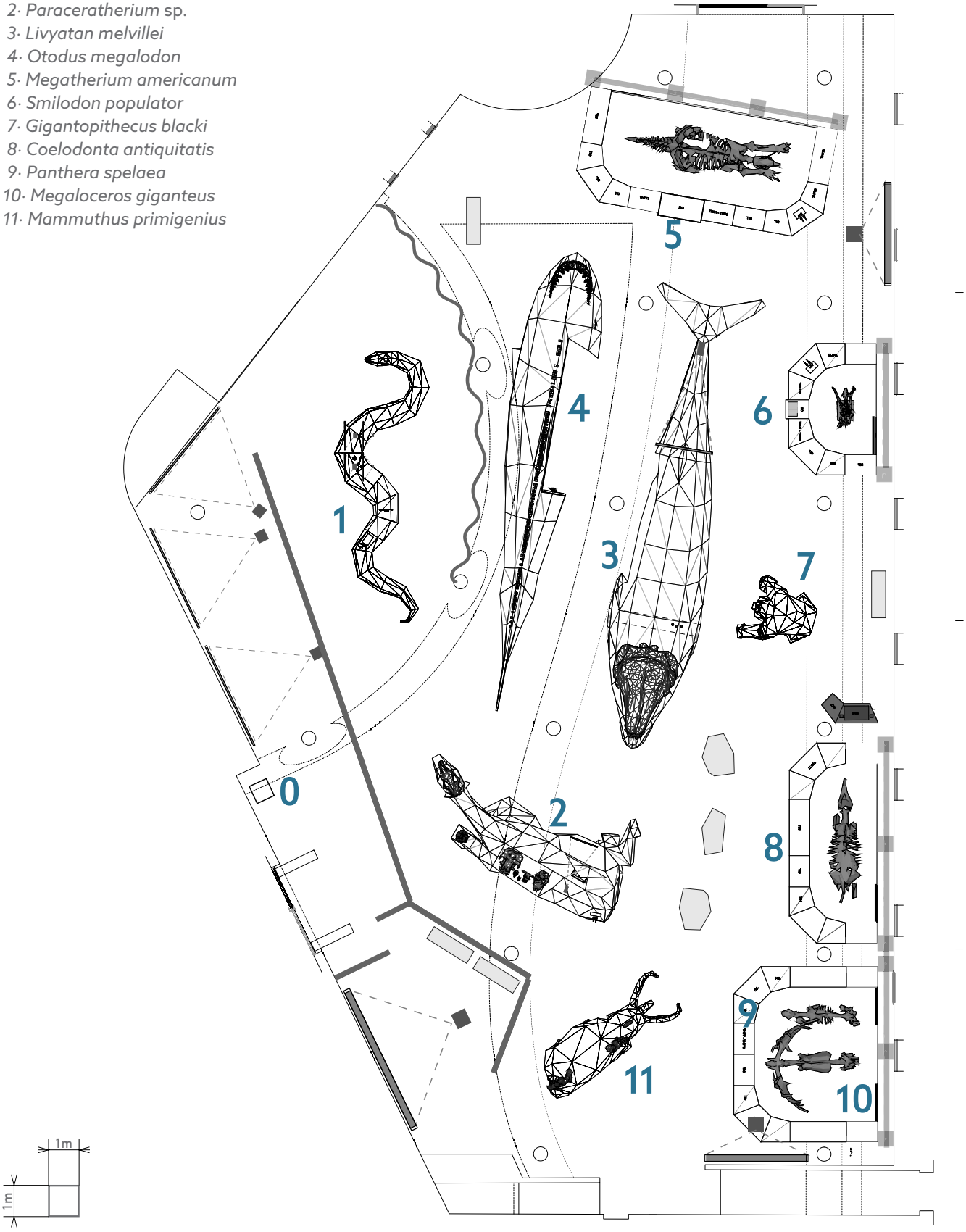
Comparativement, si une espèce terrestre est 100 fois plus grande que son espèce d'origine, il lui faudra 2,2 millions de génération pour y arriver alors qu'une espèce marine prendra la moitié de ce temps. Paradoxalement, il faudra 10 fois moins de temps à une espèce pour devenir naine que pour être géante.

Bien souvent, ce sont les grands animaux qui sont remarqués et admirés, pourtant c'est bien la petitesse que la sélection semble favoriser.

La Terre a depuis toujours subit d'intenses fluctuations au niveau de son climat. Cette instabilité quasi permanente a exercé une forte pression sur cette mégafaune dont les immenses spécimens se sont tour à tour éteints au fil de l'histoire évolutive de la faune de notre planète.

Plan

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

LES GÉANTS DU CÉNOZOÏQUE

Paléogène

1· LE SERPENT GÉANT
Titanoboa cerrejonensis

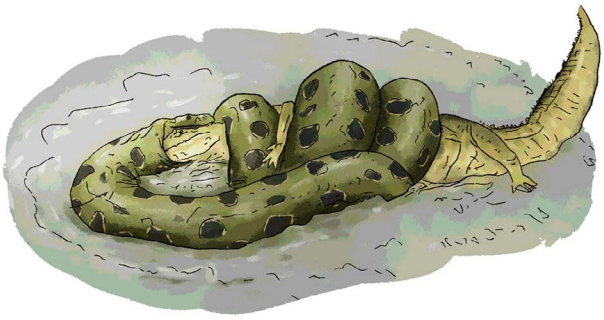
Le *Titanoboa cerrejonensis* est le plus grand serpent connu à ce jour. Il vivait au Paléocène moyen ou supérieur, il y a environ 60 à 58 millions d'années, soit six millions d'années après l'extinction des dinosaures. On estime que le titanoboa atteignait 15 m de long, et qu'il pesait entre 730 et 1 135 kg. Ce poids est trois fois supérieur à celui des femelles de l'anaconda vert, le plus grand serpent du monde à l'heure actuelle.

La longueur et la masse du titanoboa ont été initialement calculées en déterminant la relation entre la taille des vertèbres et la taille du corps chez les serpents géants actuels. Cette relation a ensuite été appliquée aux vertèbres retrouvées du titanoboa pour déterminer la taille de son corps. Plus tard, sur la base des fragments de crâne trouvés, la longueur du corps a été augmentée.

Le titanoboa vivait dans une forêt tropicale humide, avec un vaste réseau fluvial, dans l'actuelle Colombie. C'était un super-prédateur qui mangeait tout ce qu'il trouvait, y compris les gros poissons, les crocodiles et les tortues. Comme les anacondas et les boas, le titanoboa n'avait pas de venin, mais étouffait sa proie en l'entourant de son corps. Il avalait ensuite sa proie d'un seul coup.

Le titanoboa a pu atteindre des proportions gigantesques parce que la température sous les tropiques était alors de 4 à 5 degrés plus élevée qu'aujourd'hui. Le même processus a également été observé chez d'autres animaux partageant le même environnement que titanoboa.

Le titanoboa était un animal poïkilotherme, c'est-à-dire que la température de son corps dépend de la température de l'environnement. Lorsque la température ambiante augmente, sa température interne augmente également, ce qui lui permet de grandir plus rapidement, à condition qu'il y ait suffisamment de nourriture. La raison de l'extinction du titanoboa reste inconnue. Un assèchement ou une modification du cours des rivières due au changement climatique aurait pu lui être fatal.



À VOIR :

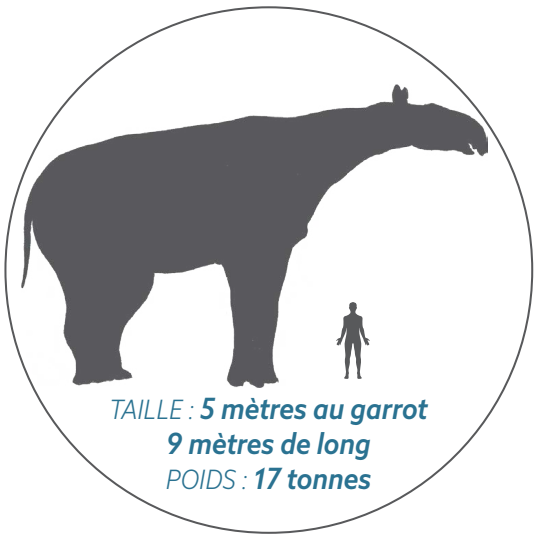
Titanoboa cerrejonensis
Vertèbres et côtes, impressions 3D
Mine de charbon de Cerrejón, Colombie
© Florida Museum of Natural History, USA / Museo Geológico Nacional José Royo y Gómez, Colombie

À FAIRE :

Observez et comparez la vertèbre de titanoboa avec d'autres vertèbres.
À quelle autre vertèbre ressemble-t-elle ?

2· LE RHINOCÉROS PRÉHISTORIQUE
Paraceratherium sp.

Le paracérathérium vivait à l'Oligocène (il y a entre 34 et 23 millions d'années), principalement dans ce qui est aujourd'hui la Chine, la Mongolie, le Kazakhstan et le Pakistan, mais des restes ont également été trouvés en Europe de l'Est, en Anatolie et dans le Caucase. Pendant plus de 15 millions d'années, différentes espèces de *Paraceratherium* sont apparues sur Terre. Également appelé *Indricotherium* ou *Baluchitherium*, il s'agissait de sortes de rhinocéros sans corne.



Paraceratherium est le plus grand mammifère terrestre connu. Avec son long cou, il pouvait atteindre des feuilles inaccessibles aux autres, tout comme la girafe aujourd'hui. Sa hauteur au garrot était d'environ 5 mètres et sa longueur d'environ 9 mètres. Son poids est estimé à environ 15 à 20 tonnes. Son long cou soutenait un crâne d'environ 1,3 mètre de long. Il possédait de grandes incisives semblables à des défenses et une incision nasale suggérant qu'il disposait d'une lèvre supérieure préhensile. Ses pattes étaient longues et ressemblaient à des piliers. Le mode de vie de *Paraceratherium* était probablement similaire à celui des grands mammifères modernes tels que les éléphants et les rhinocéros actuels. En raison de sa taille, il devait avoir peu de prédateurs et un faible taux de reproduction. C'était un herbivore qui se nourrissait principalement de feuilles, de plantes molles et d'arbustes. Il vivait dans des habitats variés allant des déserts arides, avec quelques arbres épars, aux forêts subtropicales.
Les raisons de son extinction ne sont pas claires, mais ces animaux avaient des besoins alimentaires énormes, entre 800 kg et 1 tonne de feuilles par jour. Cela les rendait très vulnérables au réchauffement climatique, leur source de nourriture disparaissant progressivement.

On ne le remarque sans doute pas tout de suite en le voyant, mais le paracérathérium est bien un rhinocéros. Les scientifiques l'ont déduit des molaires de sa mâchoire supérieure. La surface de ces molaires a la forme de la lettre grecque pi, alors que celle des molaires de la mâchoire inférieure a plutôt la forme d'un L. Les premières représentations de *Paraceratherium* étaient donc plutôt des rhinocéros, mais de nouvelles découvertes ont conduit à de nouvelles représentations : un croisement entre rhinocéros, éléphant et girafe. Depuis 1846, date de la découverte des premiers fragments de squelette de *Paraceratherium* au Pakistan, des générations successives de paléontologues se sont penchées sur ce géant. Des squelettes complets ont été trouvés au Kazakhstan et en Chine.

À VOIR :

Paraceratherium grangeri
Crâne, Impression 3D
Bassin de Tsagan, Mongolie
© Natural History Museum, Londres

***Paraceratherium* sp.**
Patte gauche, impression 3D en miroir
Collines Bugti, Pakistan
© Natural History Museum, Londres

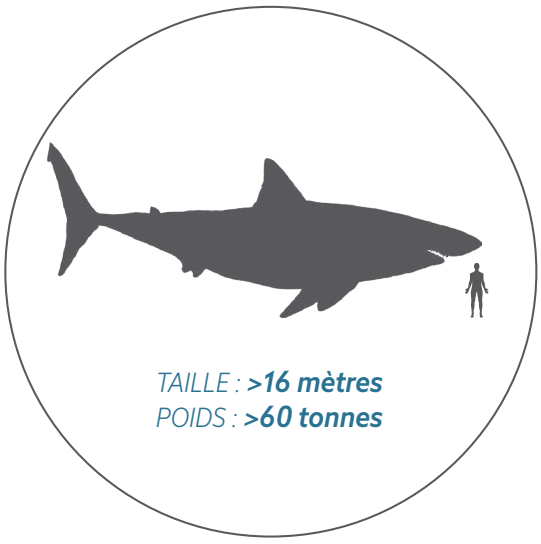
À FAIRE :

Observez et comparez la molaire de paracérathérium avec les dents des autres animaux présentés. À laquelle ressemble-t-elle le plus ?

Néogène

3· LE MÉGALODON
Otodus megalodon

Le mégalodon a vécu du Miocène inférieur (23 millions d'années) au Pliocène inférieur (3,5 millions d'années), et a été le maître incontesté des mers préhistoriques pendant 12,5 millions d'années. C'est le plus grand requin de tous les temps. Ses dents triangulaires au bord dentelé étaient aussi grandes qu'une main humaine et ses mâchoires étaient assez larges pour vous avaler d'un seul coup. Il chassait les baleines et les dauphins et utilisait probablement la même technique de chasse que le requin blanc actuel : il s'approchait de sa proie par le bas et remontait la gueule ouverte pour la mordre. Selon les estimations les plus récentes, le mégalodon pouvait atteindre une longueur maximale de 20 mètres, mais des longueurs comprises entre 10 et 15 mètres auraient été plus courantes.



Le fossile exposé est une pièce de collection exceptionnelle. Il s'agit de l'un des spécimens de mégalodon les mieux conservés et les plus complets au monde, qui a été découvert à Anvers au XIXe siècle.

Cette pièce continue de fasciner les scientifiques. Ils viennent du monde entier pour l'étudier au musée. Le squelette des requins étant constitué de cartilage, qui a la particularité de mal se fossiliser, les scientifiques doivent se fier à la taille des dents et à la comparaison avec des parents vivants pour estimer la longueur du mégalodon. Toutefois, cette découverte exceptionnelle nous permet de déduire son mode de croissance et sa taille à partir des anneaux de croissance de ses vertèbres.

Les requins ont une réputation redoutable, mais les plus grandes espèces ne sont pas des prédateurs. Ces animaux filtrent plutôt les petits organismes présents dans de grandes quantités d'eau. Les prédateurs, eux, doivent poursuivre leurs proies et les déchiqueter, la vitesse et l'agilité sont donc importantes. Ces deux facteurs sont limités par la taille. Comment se fait-il alors qu'un prédateur de premier plan comme le mégalodon puisse devenir si grand ? Il a fallu 30 millions d'années d'évolution pour que la famille des requins à dents géantes, les Otodontidae, atteigne une telle taille. Plusieurs facteurs ont joué un rôle dans cette évolution, notamment, contrairement aux autres poissons, la capacité de maintenir leur température corporelle et, ainsi, de pouvoir chasser plus vite et mieux. D'autres facteurs ont pu intervenir, comme passer des poissons aux mammifères riches en graisses (dauphins et baleines) en tant que proies et, plus tard, de pouvoir chasser des baleines à fanons de plus en plus grandes.

Les poissons sont généralement poïkilothermes, mais il y a des exceptions, comme le requin blanc. Ils produisent de la chaleur en contractant leurs muscles natatoires, cette chaleur est ensuite exploitée pour élever la température des parties sensibles du corps se situant hors de l'eau. Les chercheurs supposent que le mégalodon gérait sa température de la même manière.

On ne sait pas exactement comment *Otodus megalodon* s'est éteint, mais au Pliocène, la planète et les océans se sont refroidis. Il y avait moins de nourriture, de proies disponibles pour les mégalodons. Son habitat est devenu de plus en plus fragmenté. Et puis, il a dû faire face à d'autres concurrents comme le requin blanc.

À VOIR :

Otodus megalodon
Colonne vertébrale, original
Anvers, Belgique
© Institut royal des Sciences naturelles de Belgique

Otodus megalodon
Mâchoire, original + impressions 3D
Anvers, Belgique
© Institut royal des Sciences naturelles de Belgique

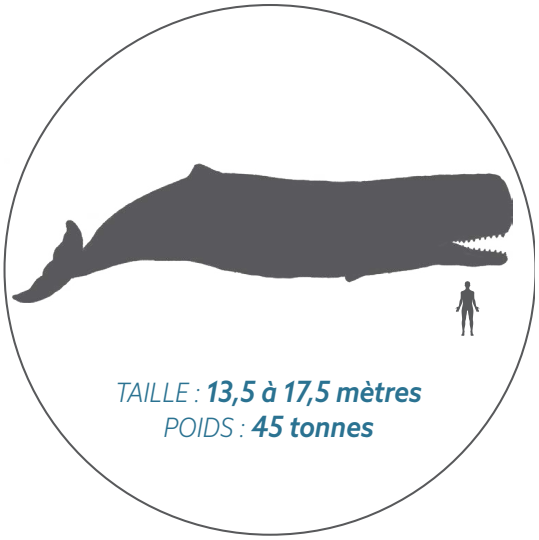
À FAIRE :

- Comptez les anneaux de croissance sur la vertèbre du mégalodon et déterminez son âge.
- Déterminez à quelle espèce appartient chaque dent de requin à l'aide de la clé de détermination.

4· LE CACHALOT PRÉHISTORIQUE
Livyatan melvillei

Livyatan melvillei n'a jusqu'à présent été mis au jour que le long de la côte du Pérou dans des dépôts du Miocène (9 millions d'années), mais des dents isolées pouvant provenir du léviathan ou d'espèces apparentées ont été trouvées dans le Miocène du Chili et dans le Pliocène de l'Australie (4-5 millions d'années).

Le crâne trahit le fait que le léviathan était un super-prédateur. Le museau était court et large, il pouvait donc retenir ses proies avec les dents de devant. La prise était davantage renforcée par l'inclinaison des dents de devant vers l'avant. Une énorme zone peu profonde sur le côté du crâne indique l'ancrage de puissants muscles de fermeture de la mâchoire. Leur morsure aurait été la plus redoutable de tous les tétrapodes. Les scientifiques ont déduit par la forme conique simple des dents du léviathan qu'il s'agissait d'un cachalot et non d'un orque. Cependant, les dents du léviathan sont beaucoup plus robustes, les plus grandes mesurant plus de 35 cm de long et 12 cm de large. Elles étaient fermement enfoncées dans les os de la mâchoire et s'emboîtaient les unes dans les autres pour permettre d'attraper les proies avec une morsure ferme et puissante.

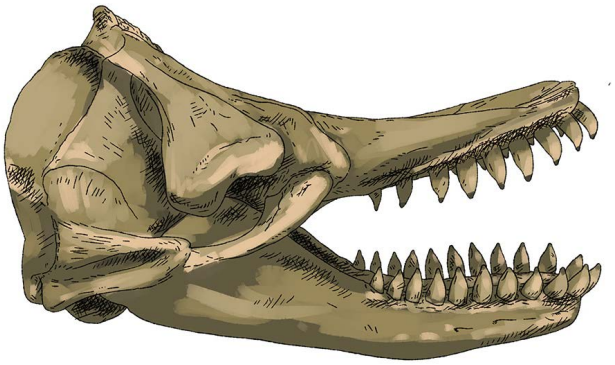


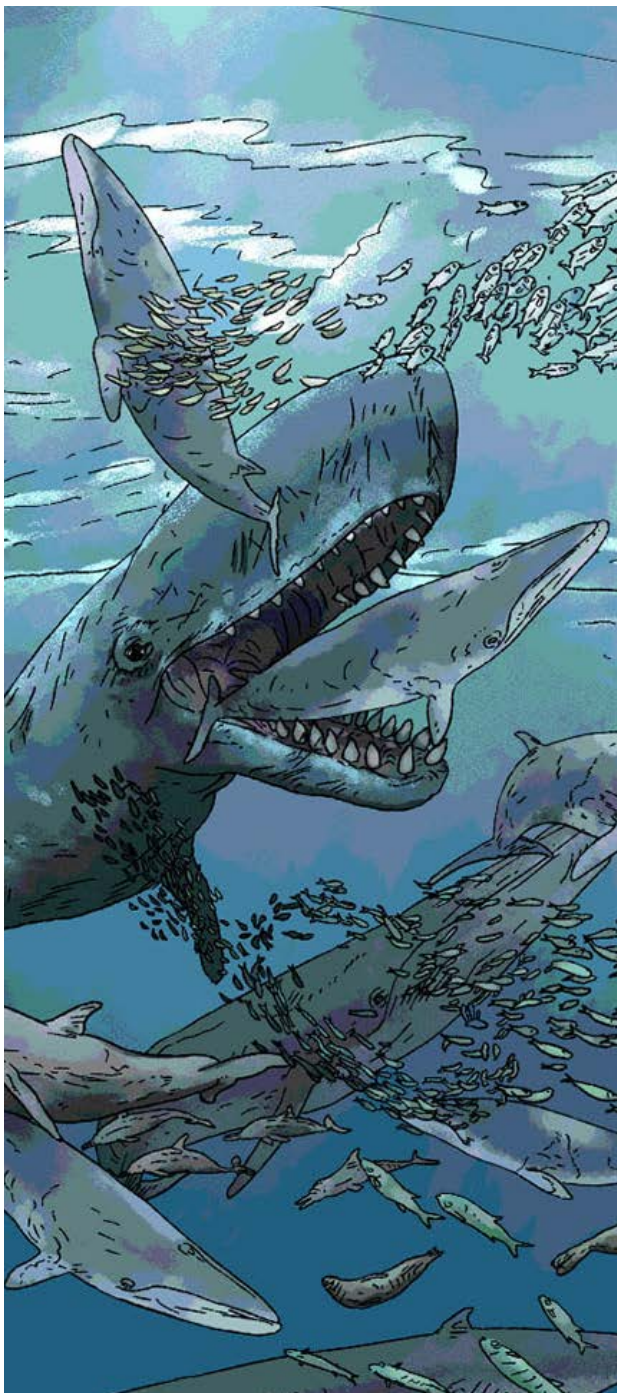
Le crâne de *Livyatan melvillei* n'a été découvert qu'en 2008 par une équipe dirigée par l'un de nos scientifiques dans le désert de Pisco-Ica au Pérou. Aucun autre fragment de squelette n'a été trouvé jusqu'à présent mais le léviathan mesurait probablement entre 13,5 et 17,5 mètres de long. L'estimation de sa longueur est basée sur la longueur du crâne et la comparaison avec d'autres cachalots.

L'augmentation de la taille des baleines à fanons (les mysticètes), qui étaient leurs principales proies, a probablement contribué à l'apparition de cachalots prédateurs géants. La taille gigantesque du léviathan lui offrait une protection contre les prédateurs tels que le requin *Otodus megalodon*, avec lequel il partageait les océans. En outre, cette taille imposante lui permettait de chasser ses proies en solitaire.

Plusieurs mammifères marins pouvaient servir de proies à ces cachalots prédateurs géants, mais ils préféraient surtout les baleines à fanons. En effet, riches en graisse et donc très nourrissantes, elles couvraient leurs très importants besoins énergétiques, ce qui leur permettait d'augmenter leur taille.

Le léviathan semble invincible vu sa taille et sa force. Pourtant, il a disparu. Un changement climatique qui a entraîné la disparition de ses proies, les baleines à fanons de taille moyenne, lui a été fatal. Son cousin, l'actuel cachalot, a survécu en se spécialisant dans un autre type de proies, les calmars qui vivent à des profondeurs importantes.





À VOIR :

Livyatan melvillei
Crâne et mâchoire inférieure, moulages
Désert de Pisco-Ica, Pérou
© nstitut royal des Sciences naturelles de Belgique

Livyatan melvillei
Dent, moulage
Désert de Pisco-Ica, Pérou
© Institut royal des Sciences naturelles de Belgique

Physeter macrocephalus
Dent d'un cachalot actuel, original
Inconnu
© Institut royal des Sciences naturelles de Belgique

Orcinus orca
Dent d'un orque, moulage
Inconnu
© Institut royal des Sciences naturelles de Belgique

À FAIRE :

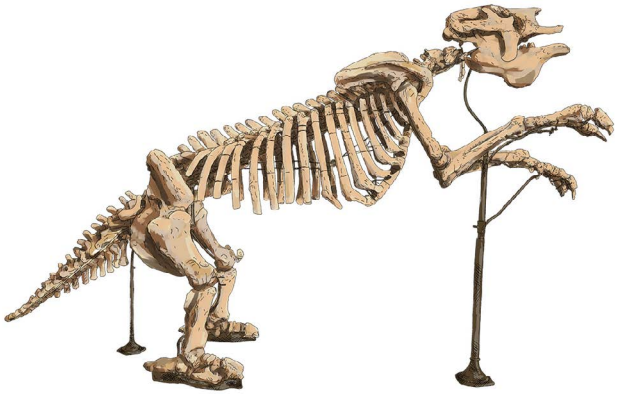
Jeu : reconstitution d'un réseau trophique d'un paléo-océan.

Quaternaire

5· LE PARESSEUX TERRESTRE GÉANT
Megatherium americanum

TAILLE : ***6 mètres de long***
POIDS : ***4 tonnes***

Pendant plus de 60 millions d'années, l'Amérique du Sud a été une île bénéficiant de conditions climatiques favorables, d'une végétation abondante et de peu de prédateurs, ce qui a donné naissance à des herbivores géants uniques, dont le paresseux géant *Megatherium americanum*. Il existait plusieurs espèces de paresseux terrestres mais celui-ci était le plus grand. Il arrachait les feuilles des arbres en se tenant sur ses pattes arrière et en utilisant sa queue pour se soutenir. Les scientifiques ont réussi à obtenir une bonne représentation du paresseux géant. Ils se sont basés sur des squelettes complets dont le fémur peut être comparé à celui d'autres paresseux, ainsi que sur des empreintes de pattes fossilisées, des crottes et même des poils. L'examen de l'oreille interne et des empreintes de pas a confirmé que le paresseux géant marchait principalement sur quatre pattes et qu'il s'asseyait occasionnellement sur ses pattes arrière pour se reposer ou pour atteindre la nourriture située en hauteur dans les arbres. Ces empreintes ont également révélé qu'ils se déplaçaient en groupes.



Il y a environ 2 à 3 millions d'années, suite au mouvement des plaques tectoniques, un pont terrestre s'est formé entre l'Amérique du Nord et l'Amérique du Sud, permettant aux herbivores sud-américains d'entrer davantage en contact avec de nouveaux prédateurs venus du Nord, tels que *Smilodon*. En réponse à cette menace, les paresseux terrestres sont devenus encore plus grands. Ce pont terrestre a également eu pour conséquence de modifier les courants marins entrainant une baisse des températures. Un corps plus grand offrait une meilleure protection contre le froid. En effet, la disponibilité des ressources alimentaires et la pression des prédateurs, entre autres, influencent la taille des herbivores. Plus de nourriture permet à certains groupes d'herbivores de grossir. Tandis qu'une pression de prédation plus faible leur permet de se diversifier et ce, en occupant différentes niches, chacune associée à une certaine taille corporelle. La réduction de la taille et la modification de leur habitat ont pu contribuer à l'extinction de ces géants. La réduction de la taille peut avoir été causée par l'activité humaine, ainsi que par le changement climatique.

À VOIR :

Megatherium americanum
Squelette, moulage
Amérique du Sud
© Institut royal des Sciences naturelles de Belgique

À FAIRE :

À l'aide de la brosse, retrouve les 5 empreintes de pattes. Laquelle est celle du mégathérium ? Dans quelle direction allait-il ?

6· LE CHAT À DENTS DE SABRE
Smilodon populator

On trouvait des felins à dents de sabre dans le monde entier, à l'exception de l'Australie et des régions polaires. Mais le plus célèbre et le plus grand était *Smilodon populator,* provenant d'Amérique du Sud. Avec des canines de 28 cm de long, il était un prédateur de premier plan, qui chassait les chevaux, les paresseux, les chameaux, les bisons et les ratites dans les prairies ouvertes. Le smilodon a vécu il y a environ 1 million d'années à 10 000 ans.

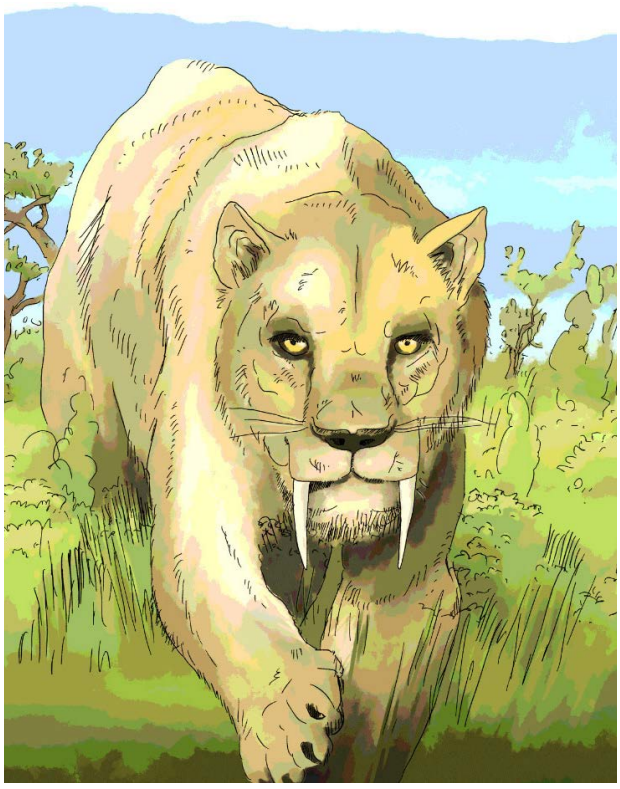
TAILLE : ***1,2 mètre au garrot***
POIDS : ***400 kilos***

Outre des squelettes complets et des empreintes de pattes, de nombreux ossements de *Smilodon* ont également été découverts dans des gisements de bitume. En les comparant entre eux, ainsi qu'avec des félins actuels, les scientifiques ont pu conclure que *Smilodon populator* était le plus grand.

Les découvertes dans ces gisements ont également fourni de nombreuses informations sur sa vie sociale : il prenait soin de ses congénères malades et les mères s'occupaient de leurs petits pendant une longue période.

Leurs canines peuvent sembler impressionnantes mais elles se sont révélées être très fragiles. Surtout lorsque la pression s'exerçait sur le côté des dents. Ils devaient donc mordre avec beaucoup d'attention pour s'assurer que leurs crocs ne frappent pas les os latéralement, au risque de les briser.

Smilodon populator était encore plus grand que son prédécesseur, *Smilodon fatalis*. Lorsque *Smilodon fatalis* a migré du Nord de l'Amérique vers le Sud en traversant le nouveau pont terrestre, il est entré en contact avec les paresseux géants qui s'y trouvaient. Il s'est donc adapté, devenant plus grand et encore plus robuste, et augmentant ainsi ses chances à la chasse. Le smilodon et les autres espèces de la mégafaune d'Amérique ont tous fini par s'éteindre. Les tigres à dents de sabre ont eu de plus en plus de difficultés : leurs proies, les grands herbivores, ont disparu, leur habitat a changé. Le climat s'est réchauffé et, en plus, les humains sont devenus des concurrents directs.



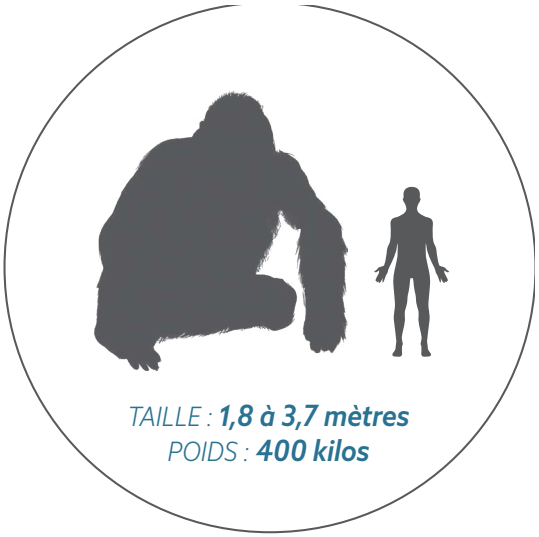
À VOIR :

Smilodon populator
Squelette, moulage
Uruguay, Amérique du Sud
© Institut royal des Sciences naturelles de Belgique

À FAIRE :

Feuilletez le livre et découvrez quelle hypothèse correspond le mieux à Smilodon. Vivait-il en groupe ou plutôt seul ?

7· LE SINGE GÉANT
Gigantopithecus blacki



TAILLE : ***1,8 à 3,7 mètres***
POIDS : ***400 kilos***

Ce singe est connu par des restes très fragmentaires, essentiellement des dents et un morceau de mandibule, dont la taille laisse à penser qu'il s'agirait du plus grand primate ayant existé. Trois espèces ont été décrites : *Gigantopithecus blacki* (le plus grand), *G. bilaspuriensis et G. giganteus*. Contrairement à ce que suggère son nom, *G. giganteus* était, lui, plus petit.

Les fossiles ont été retrouvé en Asie, notamment en Chine et au Vietnam.

G. Blacki a vécu au Pléistocène, il y a 2 millions d'années à 300 000 ans, peut-être même 100 000 ans.
Le mâle atteignait 3,7 mètres de haut pour un poids de plus de 400 kilos.

La première découverte de *Gigantopithecus* a eu lieu en 1935 par le paléo-anthropologue Ralph von Koenigswald. Il s'agit d'une molaire (vendue comme « dent de dragon ») achetée chez un apothicaire de Hong Kong et destinée à être broyée pour en faire un médicament. C'est à partir de cet unique reste qu'il décrivit le genre. Plus d'un millier d'autres dents ont été trouvées par la suite dans des magasins de ce type, mais aussi dans des grottes au Vietnam et en Chine.

Gigantopithecus se nourrissait de fruits, de graines et de feuilles, comme l'a révélé l'étude de ses dents. Sa dentition et ses mâchoires caractérisent un régime riche en fibres végétales coriaces, requérant un masticage prolongé avant déglutition.

Ses grosses molaires sont couvertes d'une épaisse couche d'émail dont la surface est très usée. Les canines sont de grande taille et pas spécialement pointues, contrairement à celles des grands singes actuels. Les incisives sont petites et en forme de dôme.

Il avait probablement une démarche quadrupède, comme les gorilles, les phalanges antérieures posées au sol (knuckle-walking). Au vu de sa taille, il était probablement plutôt terrestre et non arboricole.

Le gigantopithèque est un cousin de l'orang-outan. Nous le savons grâce à l'analyse des protéines d'une molaire vieille de 2 millions d'années.

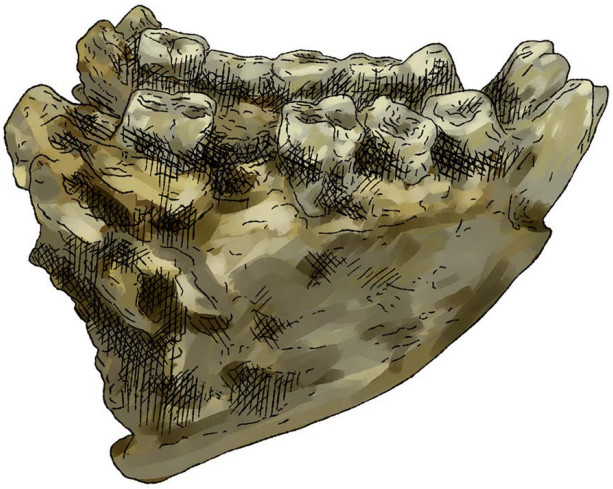
Le fait que le gigantopithèque soit devenu si grand peut avoir un rapport avec la reproduction. Les grands individus sont des partenaires plus attirants que les petits individus de la même espèce. Ils peuvent plus facilement défendre leurs petits contre les prédateurs et chasser les autres animaux dans la lutte pour la nourriture. Les scientifiques ont fondé ce raisonnement sur les mâchoires et les dents trouvées chez les mâles et les femelles, qui montrent le même rapport de différences de taille que chez les gorilles.

Gigantopithecus vivait probablement dans une structure en harem : un certain nombre de femelles étaient protégées par un mâle fort. Ses gènes étaient transmis aux générations suivantes jusqu'à ce qu'un mâle plus grand et plus fort reprenne sa place. Si le plus grand mâle continuait à se reproduire, la progéniture devenait plus grande aussi.

Contrairement à son cousin l'orang-outan, *Gigantopithecus* avait besoin d'énormément de nourriture pour avoir suffisamment d'énergie. Toutefois, les périodes glaciaires ont transformé beaucoup de forêts en paysages herbeux, si bien que ce singe géant n'a plus trouvé assez de nourriture et a fini par disparaître.

À VOIR :

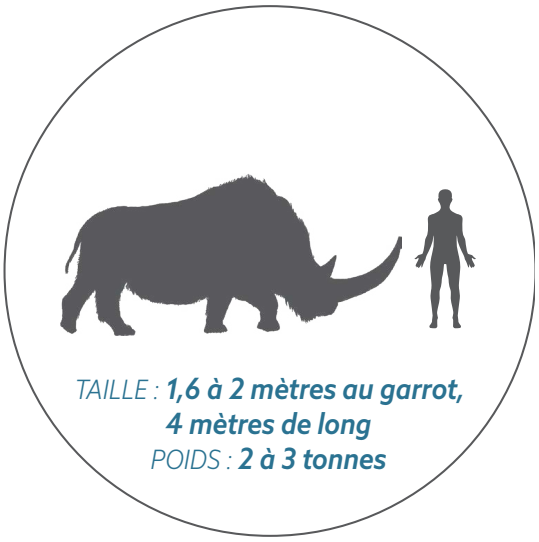
Gigantopithecus blacki
Mâchoire inférieure, impression 3D
Liucheng, Chine
© Institut de paléontologie des vertébrés et de paléoanthropologie, Chine



À FAIRE :

Une dent appartient au gigantopithèque. Pouvez-vous identifier laquelle?

8· LE RHINOCÉROS LAINEUX
Coelodonta antiquitatis

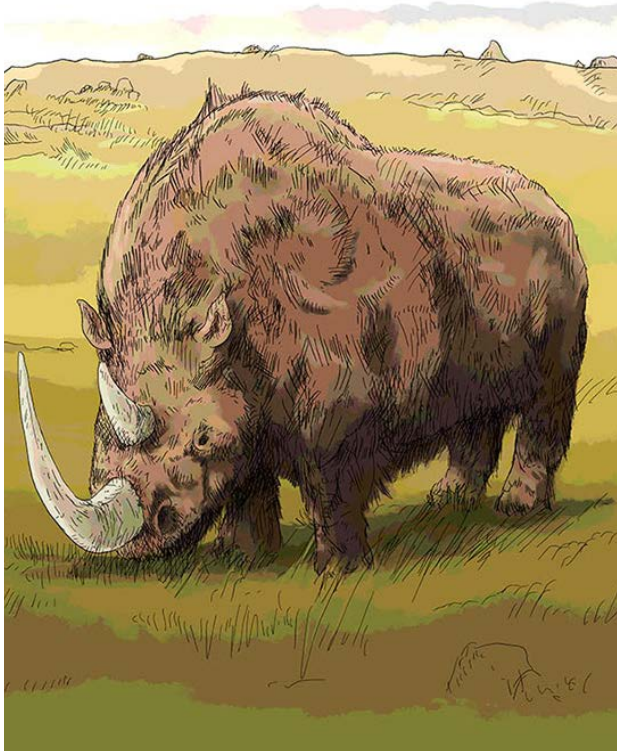


TAILLE : ***1,6 à 2 mètres au garrot, 4 mètres de long***
POIDS : ***2 à 3 tonnes***

Il est le dernier représentant des *Rhinocerotidae* d'Europe occidentale, famille apparue en Eurasie il y a environ 30 millions d'années. Les plus anciennes traces de rhinocéros laineux en Europe datent de 200 000 à 14 000 ans. C'est l'un des plus grands mammifères du Paléolithique européen, juste après le mammouth laineux. Il est présent dans toute l'Eurasie mais n'a jamais été retrouvé sur le continent américain.

Le rhinocéros laineux ou « rhinocéros à narines cloisonnées » (ossification complète de la cloison nasale) a aussi été découvert momifié dans les sols gelés (permafrost) de Sibérie. Tout comme le mammouth, il était adapté aux steppes froides et arides du Pléistocène. Il était, lui aussi, un méga-herbivore qui avait besoin d'une grande quantité d'herbacées ou de graminées, très répandues dans les steppes à mammouths de l'époque. Sa dentition hypsodonte est en effet adaptée à la consommation de végétaux à haute teneur en fibre et en silice.

Si sa taille (entre 1,6 et 2 m de hauteur au garrot et 4 m de long) ne fait pas de lui un animal particulièrement grand, il était néanmoins très robuste et pouvait peser plus de 2 tonnes. Sa peau épaisse, son importante toison laineuse (de couleur brun-roux à blond avec une crinière brun sombre) et son clapet anal sont autant de caractéristiques qui favorisaient son isolation thermique. Il possédait en outre une réserve de graisse au-dessus de sa colonne vertébrale lui permettant de faire face aux aléas climatique ou alimentaire.



Son crâne, massif et porté assez bas (il mangeait des herbes rases), était muni de deux cornes, une petite, la postérieure, longue de 90 cm en moyenne, et une grande, l'antérieure, d'environ 1,30 m qui lui servait, entre autres, à déblayer la neige ou à impressionner les femelles.

Malgré son caractère imposant, il a été chassé par plusieurs prédateurs, dont la hyène des cavernes et certains Homininés au Pléistocène moyen et supérieur. L'analyse du tartre des dents des Néandertaliens de Spy, en Belgique, a confirmé que le rhinocéros laineux avait été consommé par ces derniers.

À partir de 30 000 ans, le rhinocéros laineux se fait de plus en plus rare en Europe occidentale. Le dernier connu à ce jour daterait de 14 000 ans et a été retrouvé à l'est de la Sibérie.

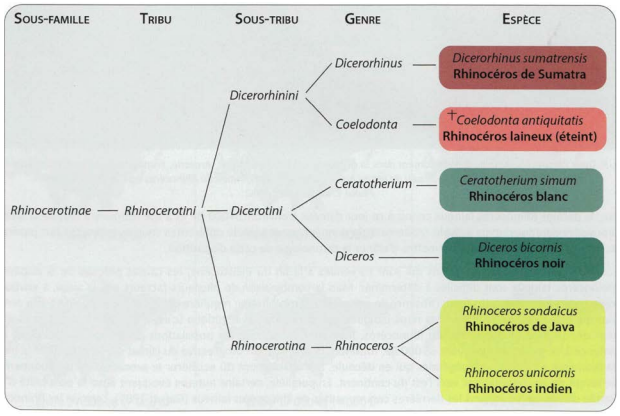
Les causes précises de sa disparition sont difficiles à déterminer. La combinaison de plusieurs facteurs est à envisager, tout comme pour le mammouth laineux. La pression cynégétique (la chasse) ne semble en effet pas avoir eu de grande incidence dans sa disparition.

Le réchauffement du climat et la baisse de la biomasse en ayant découlé, ont probablement accéléré le morcellement démographique des populations de rhinocéros et leur retrait vers l'est du continent.

Plusieurs représentant de la famille des Rhinocerotidae existent encore aujourd'hui, répartis en 4 genres différents et 5 espèces : 2 espèces africaines et 3 espèces asiatiques. Le rhinocéros laineux était très proche du rhinocéros de Sumatra, qui est, lui aussi, couvert de poils.

À VOIR :

Coelodonta antiquitatis
Squelette complet, original (cornes, moulages)
Sibérie, Russie
© Fondation Roi Baudouin, Belgique



Phylogénie simplifiée des rhinocérotinés actuels et position du rhinocéros laineux.
Dans : Pierre Cattelain, et al., Disparus ? Les mammifères au temps de Cro-Magnon en Europe, Editions du Cedarc, 2018.

9· LE LION DES CAVERNES
Panthera spelaea

Lors de la dernière glaciation, les carnivores étaient également très nombreux. On pouvait par exemple y rencontrer lions, hyènes, loups, lynx, renards et gloutons.

Panthera spelaea ressemble aux lions d'aujourd'hui, quoique plus grand et probablement sans crinière. Il avait un corps massif, puissant, une tête large à museau court, de petites oreilles arrondies, une fourrure épaisse et une longue queue. Ces informations proviennent des restes osseux retrouvés mais aussi des témoignages graphiques laissés par les humains du paléolithique.

Contrairement à ce que laisse imaginer son nom, il vivait dans les milieux ouverts de régions tempérées ou tempérées froides. Ses proies principales étaient les chevaux, rennes, aurochs et bisons, mais aussi les jeunes mammouths et rhinocéros laineux.

Les recherches génétiques permettent aujourd'hui de conclure définitivement qu'il s'agit d'une espèce à part. Il est plus proche génétiquement des espèces de lions d'Afrique et d'Asie actuelles que des autres grands félins (tigres, panthères, jaguar), mais son ADN présente un pourcentage significatif de différences avec les lions actuels. Il s'agit donc bien d'une espèce disparue, distincte du lion actuel, *Panthera leo*.

Le lion des cavernes a vécu en Europe occidentale jusqu'à il y a environ 12 000 ans, mais a pu survivre jusqu'aux périodes historiques dans les Balkans et en Asie.

À VOIR :

Panthera spelaea
Squelette, original
Caverne de Goyet, Belgique
© Institut royal des Sciences naturelles de Belgique

10· LE MÉGACÉROS GÉANT
Megaloceros giganteus

Appartenant à la famille des cervidés (comme le cerf, le renne, le chevreuil…) et au genre Megaceros, le cerf géant est le plus grand cervidé ayant existé.

Étonnament, des espèces naines de Megaceros ont aussi existé, par exemple *Megaceros algarensis* (Sardaigne), *Megaceros cretensis* (Crète) ou *Megaceros cazioti* (Corse), mais exclusivement sur des îles (voir chapitre sur le nanisme).

Ce cerf abonde particulièrement durant la dernière glaciation et il atteint une taille impressionnante lors de la période la plus froide.

Ses restes sont très nombreux en Europe du Nord et en Irlande. L'espèce est surtout connue grâce à une dizaine de spécimens complets trouvés dans les tourbières d'Irlande, d'où son surnom de « grand cerf des tourbières »

Le mégacéros géant vivait en lisière de bois et dans les plaines marécageuses. Son immense ramure l'exclut en effet des forêts denses.

Le mâle, haut en moyenne de 1,60 m au garrot mais pouvant atteindre les 2,10 m possédait des bois gigantesques, largement palmés, digités et étalés latéralement, jusqu'à plus de 3 m d'envergure.

Avec de tels bois, les mâles étaient visibles de loin et ils pouvaient impressionner les femelles et leurs rivaux.

Ce cerf géant avait aussi un corps massif (650 kg pour les mâles), un long cou, un garrot très saillant (grosse bosse dorsale), de longues pattes et des pieds larges.
Il se nourrissait d'herbes, de graminées, de feuilles, de brindilles et de branches.

Si les humains du Paléolithique ont côtoyé le cerf mégacéros, ils ne l'ont que très peu chassé, consommé ou exploité, contrairement à d'autres cervidés comme le renne par exemple.

Le mégacéros géant a disparu entre -11 000 et -9 000 ans, plus tardivement en Sibérie (vers - 7000 ans).

À VOIR :

Megaloceros giganteus
Squelette, original
Irlande
© Institut royal des Sciences naturelles de Belgique

11· LE MAMMOUTH LAINEUX
Mammuthus primigenius

Animal emblématique de la Préhistoire, probablement le plus imposant côtoyé par les humains, le mammouth laineux est le dernier de la famille des mammouths. Il porte donc bien mal son nom, *primigenius* signifiant « premier du genre ».

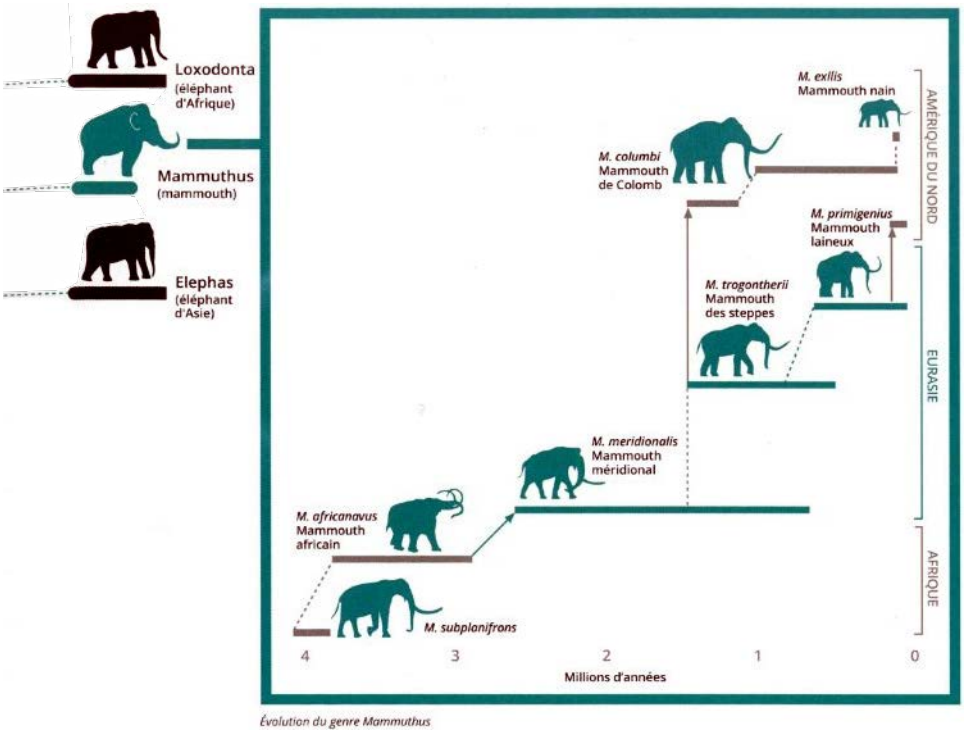
Contrairement à une idée répandue, ceux-ci ne sont pas les ancêtres des éléphants actuels. Mammouths, éléphants d'Asie et d'Afrique ont eu un ancêtre commun et ont été des lignées contemporaines pendant les 5 derniers millions d'années.

Si ce groupe animal n'a laissé comme représentants dans la nature actuelle que ces géants dont la morphologie est si singulière, il fut autrefois beaucoup plus diversifié, au cours de la période du Tertiaire (l'origine des proboscidiens remontant à plus de 55 millions d'années) et a compté plus d'une centaine d'espèces fossiles.

Cette espèce était en fait aussi la plus petite, ne dépassant que rarement les 3,5 m, là où les mammouths méridionaux et des steppes pouvaient atteindre jusqu'à 4,5 m au garrot.

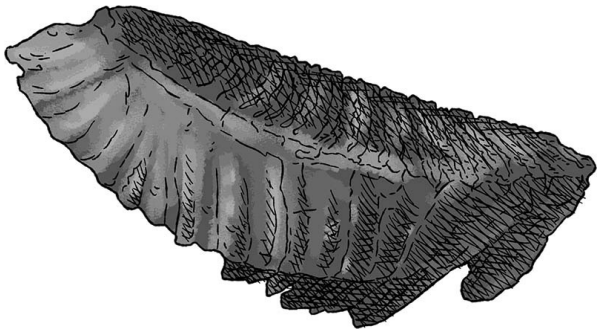
Le mammouth était très bien adapté à son milieu. Il possédait une peau épaisse, une couche de graisse de 10 cm et une toison faite de trois couches de poils (duvet, bourre et jarre). Ses oreilles étaient très petites et il possédait un clapet anal (repli de peau). Toutes ces adaptations lui permettaient de maintenir son corps au chaud et de l'isoler du vent et de l'humidité.

Un temps de mammouth, portrait d'un géant disparu, Plume de carotte, 2020.



Évolution du genre Mammuthus

Ses longues défenses, à double courbure, poussaient en continu et pouvaient atteindre 4 m de long.



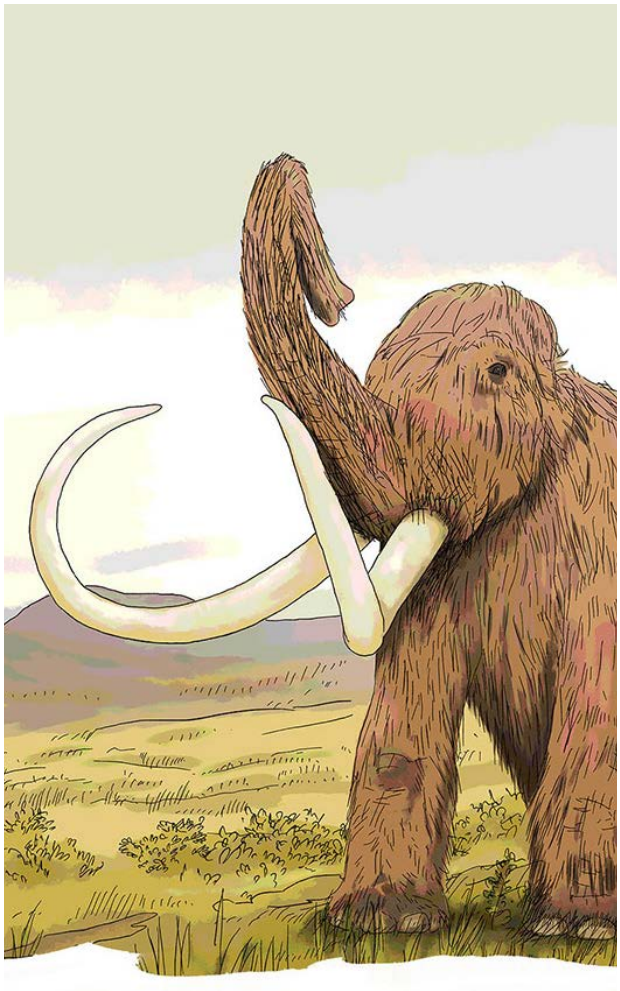
Les mammouths naissaient aussi avec des prémolaires de lait, remplacées deux fois progressivement par de nouvelles prémolaires de lait, puis par des molaires définitives. Le renouvellement de ces dents se faisait six fois au cours de la vie du mammouth, puis ses dernières dents étant complètement usées, il mourait alors de faim.

L'étude du contenu de l'estomac de certains bébés mammouths congelés permet de confirmer que les petits étaient allaités pendant plus de 2 ans.

Le mammouth laineux était inféodé à un climat rigoureux et un environnement particulier, sans équivalent actuel, dénommé « steppe à mammouths », vaste étendue composée principalement de graminées mais avec quelques îlots forestiers composés de conifères et de bouleaux.

Les tout derniers mammouths (assez petits d'ailleurs) ont survécu sur l'île de Wrangel, dans l'océan Arctique, avant de s'éteindre complètement il y a 4000 ans. Les causes de cette disparition sont en réalité multiples.

Écologiquement, le mammouth laineux était très spécialisé et étroitement lié à son environnement. Son régime alimentaire de brouteur strict (graminées, herbes) le rendait dépendant du biotope de steppe à mammouths qui a dominé l'Eurasie au Pléistocène.



À partir du dernier maximum glaciaire il y a 20 000 ans, le climat change. Il commence à faire plus chaud, plus humide, et la flore se modifie. Les espèces xériques (vivant dans un environnement sec) caractéristiques de cette steppe se font plus rare. Elles sont remplacées par des forêts de feuillus au sud et de conifères au nord, donnant naissance à la taïga de Sibérie. Plus au nord encore, l'humidité et le froid causent l'expansion de la toundra actuelle. Le mammouth ne pouvait pas survivre dans cet environnement, la biomasse végétale y étant essentiellement constituée de mousses et de lichens. Coincés entre l'expansion de la forêt et de la toundra, les mammouths ont vu la compétition pour les ressources de la steppe augmenter. Avec leur besoin de 200 kg de fourrage par jour, les mammouths se sont vite retrouvés embourbés dans ce piège écologique.

Il est donc évident que le réchauffement climatique est la cause principale de la disparition de ces espèces.

Néanmoins, l'importance jouée par les humains dans la disparition du mammouth (et des autres grands animaux de cette période) fait toujours débat.

Pour savoir à quel point nos activités de chasse ont eu une conséquence sur la disparition de ces espèces du Quaternaire, il faut vérifier s'il existe un lien entre l'effondrement démographique des espèces éteintes et la densité de sites archéologiques recoupant la niche

écologique de ces espèces. Les résultats montrent qu'il n'y a pas de règle, mais que les situations étaient différentes d'une espèce à une autre.

Si la chasse ne suffit pas à elle seule à expliquer totalement la disparition du mammouth, il est cependant évident qu'elle aura fortement contribué à accélérer le processus. De plus, l'analyse génétique des derniers mammouths montre que cette dernière population était très petite et comportait beaucoup d'anomalies génétiques. Ce qui explique qu'ils aient été incapables de s'adapter aux nouvelles conditions environnementales.

Emblème des animaux disparus à cause des changements climatiques et de la chasse, sa disparition nous renvoie à la diminution de la biodiversité actuelle et à la part de responsabilité de l'être humain dans ces disparitions. Les cousins du mammouth, éléphants d'Asie et d'Afrique, en sont malheureusement victimes à leur tour aujourd'hui.

Saviez-vous que des animaux de taille gigantesque ont également vécu en Belgique ? Par exemple, le mammouth laineux a vécu dans nos régions pendant la dernière période glaciaire, il y a environ 120 000 à 12 000 ans. Ces ossements ont été retrouvés à Hofstade, près de Malines. Mais des restes ont également été découverts dans de nombreux autres endroits en Belgique, comme à Spy, Goyet, Warneton, Termonde et Lierre. Vous pouvez admirer un squelette complet de ce dernier dans la Salle 250 ans de Sciences naturelles.

À VOIR :

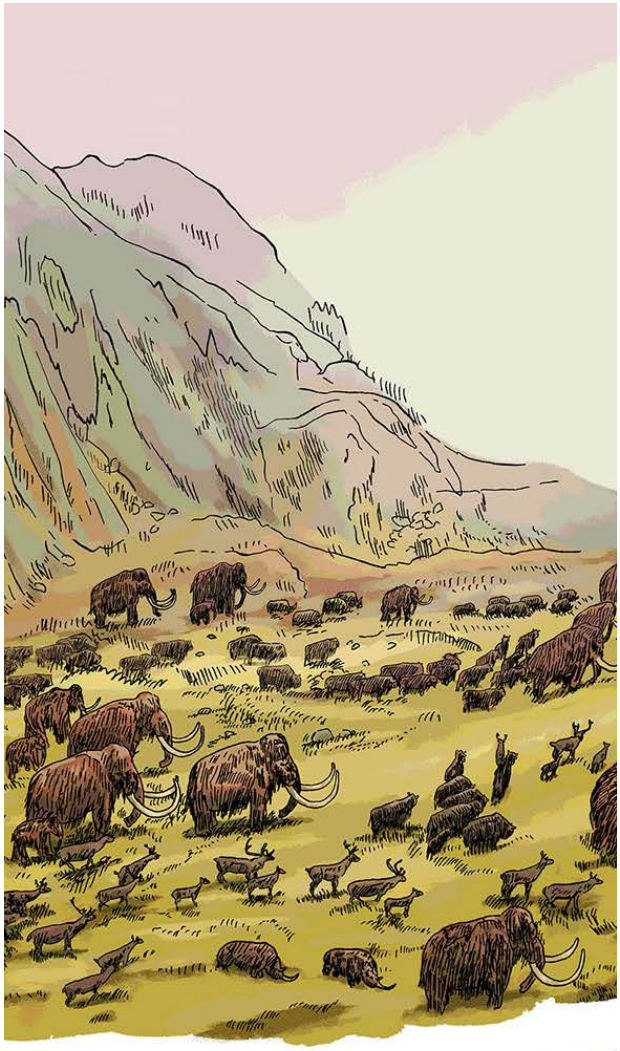
Mammuthus primigenius
· Humérus, original
· Radius, original
· Ulna, Origina
· Pied, impression 3D miroir
Hofstade, Belgique
© Institut royal des Sciences naturelles de Belgique

Mammuthus primigenius
· Fémur, impression 3D miroir
· Tibia, original
· Pied, impression 3D miroir
Hofstade, Belgique
© Institut royal des Sciences naturelles de Belgique

Mammuthus primigenius
Molaire, original
Streek rond Yakutsk, Rusland
© Institut royal des Sciences naturelles de Belgique

À FAIRE :

Jeu : Reconstruisez les animaux de la période glaciaire.



UN PEU DE PALÉOGÉNÉTIQUE

Depuis les années 2000, la paléogénétique a fait énormément de progrès. S'il n'est toujours pas possible d'obtenir de l'ADN d'animaux aussi anciens que les dinosaures du Mésozoïque, il en va autrement pour les animaux du Cénozoïque.

En 2008, les scientifiques sont parvenus à séquencer le génome complet du mammouth.Il est, dès lors, le premier animal disparu dont on a reconstitué le génome complet. Cela a permis de réconcilier les paléogénéticiens avec leurs collègues paléontologues : en analysant la totalité du génome, il apparaît que c'est bien l'éléphant d'Asie qui est le plus proche parent du mammouth, conformément aux hypothèses des paléontologues.

Grâce à ces analyses, nous connaissons beaucoup mieux les filiations du mammouth, sa physiologie, son alimentation et aussi les raisons de son extinction.

La paléogénétique a ainsi permis de confirmer la coexistence de différentes espèces de mammouths, ce qui était déjà observé par les fossiles et la paléontologie. Les travaux paléogénétiques sur des restes de *Mammuthus columbi* ont ainsi montré qu'ils se sont croisés avec les mammouths laineux quand ces derniers les ont rejoints en Amérique. En Eurasie, des signatures génétiques anciennes obtenues chez des mammouths laineux trahissent également des croisements avec le mammouth méridional et le mammouth des steppes.

Il est intéressant de noter que ces résultats rappellent ce qui s'est passé dans la lignée humaine, où sapiens, néandertals et dénisoviens se sont mélangés en Eurasie à la même époque du Pléistocène.

La paléogénétique a également permis d'obtenir des informations sur l'hémoglobine du mammouth. Cette molécule servant à transporter l'oxygène du sang vers les organes nécessite que la température du corps soit maintenue relativement élevée pour pouvoir être fonctionnelle. Or, chez le mammouth, la séquence d'un gène responsable de cette molécule montre des mutations qui les différencient des autres mammifères. L'hémoglobine du mammouth pouvait continuer de fonctionner à des températures beaucoup plus basses. Son rôle adaptatif est donc évident pour les mammouths dont la plante des pattes était en contact avec le sol gelé, là où les autres herbivores avaient au moins des sabots pour les isoler du froid.

Les modalités d'extinction du mammouth laineux se précisent également grâce à la paléogénétique. La diversité génétique des individus est en effet affectée par les changements démographiques des populations.

L'analyse du génome des derniers représentants des mammouths de l'île de Wrangel confirme qu'il s'agissait d'une population de très petite taille qui manifestait de grosses anomalies génétiques (notamment au niveau du développement), conséquences d'un très fort impact de la consanguinité. La paléogénétique démontre que cet effondrement de la diversité génétique des mammouths fut très rapide à partir du dernier maximum glaciaire. La rapidité du changement climatique à la fin du Pléistocène aura empêché les mammouths de s'adapter aux nouvelles conditions environnementales.

La génétique nous permet par contre de concevoir une hypothèse différente pour la disparition de l'un de leurs contemporains, l'ours des cavernes. En effet, alors que la démographie des ours bruns reste stable tout au long des 100 derniers milliers d'années, celle des ours des cavernes la suit parfaitement jusqu'au moment où elle chute, il y a 50 000 à 40 000 ans. Soit le moment où nos ancêtres aurignaciens se sont répandus à travers l'Europe. Le déclin des ours des cavernes se poursuit alors jusqu'à l'extinction définitive de l'espèce il y a environ 25 000 ans. Il est difficile d'accuser le climat dans ce déclin (pas de changement climatique majeur à ce moment-là), tout comme il est difficile d'accuser les humains (pourquoi auraient-ils chassé uniquement l'ours des cavernes et pas l'ours brun ?).

Mais les restes d'ours des cavernes mis au jour dans une même grotte montrent des affinités génétiques étonnantes : ils portent souvent le même ADN mitochondrial. Les ours bruns montrent à l'inverse un mélange de séquences mitochondriales au sein d'un même site. Il semble que les ours des cavernes apparentés venaient tous hiverner au sein d'une même caverne, une pratique appelée « homing ». Ce comportement offre une explication inattendue à leur extinction. Avec l'arrivée des humains dans la région, la compétition pour l'accès aux cavernes c'était peut-être accrue, car il n'était pas rare que les humains cherchent dans les cavernes refuge et protection. Les ours bruns, ne se limitant pas au choix d'une caverne particulière, seraient toujours arrivés à s'abriter quelque part. Mais les ours des cavernes auraient eu plus de mal à réagir et à trouver un nouvel abri. Ainsi, plus que la chasse ou le climat, c'est peut-être la compétition pour les sites, associée à ce comportement d'hivernation particulier, qui pourrait avoir été la cause de la disparition de l'ours des cavernes.

On sait aussi que ces deux espèces d'ours se sont reproduites ensemble car il reste un peu d'ours des cavernes dans les populations d'ours brun d'Eurasie, là où jadis les deux espèces avaient cohabité. De l'ordre de 1 à 2 % du génome sont concernés. Ce qui ne manquera pas, une fois encore, de nous rappeler la situation entre les humains modernes et Néandertal au Pléistocène.

En plus de l'ADN, les protéines aussi peuvent traverser les époques et survivre jusqu'à nous. Les spectromètres de masse ont aussi énormément évolué ces dernières années. Ils permettent non plus la caractérisation de quelques peptides mais le ciblage du protéome dans sa globalité, c'est-à-dire l'ensemble des protéines présentes dans un tissu biologique.

Les scientifiques ont ainsi réussi à reconstruire la séquence de plusieurs peptides d'un cousin du rhinocéros laineux qui vivait sur le site de Dmanisi, en Géorgie.

Ils ont même atteint les 2 millions d'années en caractérisant les peptides de l'émail dentaire du gigantopithèque d'Asie, pourtant exposé au climat tropical de la Chine. L'information obtenue vient clarifier son appartenance à la lignée de l'orang-outan, position que les caractères morphologiques dentaires ne parvenaient pas à démêler.

LES GÉANTS ACTUELS

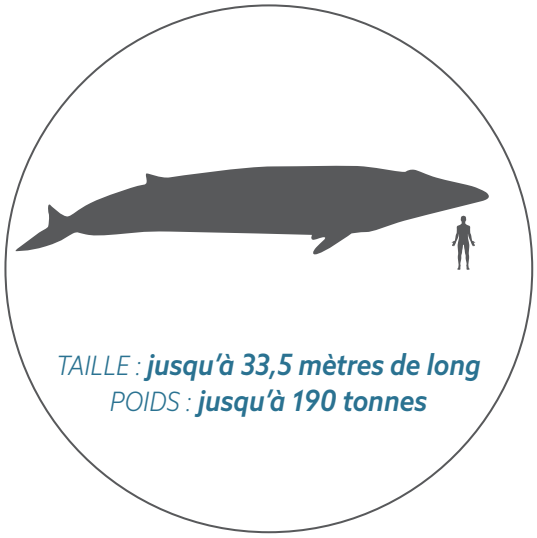
Il est vrai que les espèces composant les gigafaunes du passé sont beaucoup plus imposantes que celles d'aujourd'hui. Avant, pour avoir le privilège de faire partie de ce club, il fallait peser plusieurs tonnes. Actuellement, pour un vertébré, avoir 45 kg est le palier à atteindre pour être considéré comme un géant !

Néanmoins certaines espèces actuelles arrivent encore à rivaliser avec les grands du passé.

1· LA BALEINE BLEUE

Balaenoptera musculus

La baleine bleue, également nommée « Rorqual bleu », parcourt nos mers et océans depuis l'époque du Pléistocène. Elle est le plus grand mammifère vivant sur notre planète jusqu'à ce jour. Si on a longtemps pensé que le caractère gigantesque de ces baleines à fanons (les mysticètes) était apparu rapidement dans leur évolution, de récentes découvertes et analyses montrent un phénomène intéressant : apparus il y a environ 30 millions d'années, les mysticètes mesuraient alors de 5 à 9 mètres de longueur (environ la longueur actuelle d'un petit rorqual). Ce n'est qu'il y a 4,5 millions d'années qu'elles auraient atteint les dimensions qu'on leur connaît aujourd'hui.



Conclusion : toutes ces espèces ont grandi très rapidement et au même moment. La croissance soudaine des mysticètes coïncide avec le refroidissement du climat et la formation dans l'hémisphère nord de grandes calottes de glace. Au printemps et en été, les nutriments piégés dans les glaces sont libérés dans les eaux libres et s'amoncellent près des côtes. Emporté par les courants, le plancton s'accumule dans ces zones et croît de façon significative au contact des eaux riches en matière nutritive. À partir de ce moment, la distribution alimentaire dans les océans est bouleversée. Jusque-là dispersé dans l'océan, le plancton commence à former des concentrations saisonnières, parfois séparées par des milliers de kilomètres.

Face à cette nouvelle dynamique, la taille devient un caractère soumis à une forte pression de sélection. Ainsi, les individus aux dimensions les plus généreuses, ayant plus de réserves sont capables de voyager sur de plus longues distances et profitent de ces garde-manger fraîchement formés. Les plus petits, quant à eux, disparaissent progressivement et font place à l'ère des géants.

À l'heure actuelle les baleines parcourent les océans et migrent régulièrement des eaux froides, zones d'alimentation, aux eaux plus chaudes, zones de mise bas. Elles peuvent nager à différentes profondeurs en fonction de leurs activités et de leurs habitats. Cependant, la plupart du temps, elles nagent dans les eaux de surface ou à des profondeurs peu importantes.

Pendant sa migration, la baleine bleue suit les courants de surface et nage généralement dans les eaux supérieures, qui peuvent être peu profondes. En revanche, lorsqu'elle plonge à la recherche de nourriture, elle peut atteindre des profondeurs allant jusqu'à 500 mètres ou plus.

Elle se caractérise par un corps élancé, la tête en « U » et les sillons situés le long du cou. Elle a une bouche massive qui peut s'ouvrir à plus de 1 mètre de largeur. La bouche contient des fanons, qui sont des plaques souples de kératine semblables à des peignes qui filtrent la nourriture de l'eau.

Elle est connue pour produire des sons complexes et mélodieux, qui peuvent être entendus à des kilomètres de distance.

Avant le début du XX^{e} siècle, le nombre de baleines bleues était particulièrement élevé mais il a fortement chuté depuis lors suite à la chasse. Protégées depuis 1966 par la communauté internationale, le nombre d'individus est aujourd'hui estimé entre 5 000 et 15 000. L'espèce est cependant toujours en danger selon les rapports de l'UICN.

2· LE REQUIN-BALEINE
Rhincodon typus

Découvert en 1828 par un scientifique, Andrew Smith, le requin-baleine vit dans nos océans et mers tempérées depuis bien longtemps. Des dents de requin-baleine ont été retrouvées et datées d'environ 15 à 20 millions d'années. L'espèce aurait donc pu côtoyer un autre géant des mers, le mégalodon.

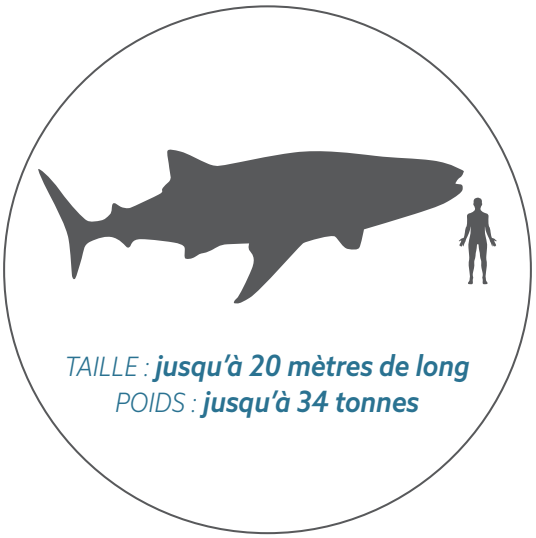
Après les baleines, il arrive à la deuxième place du podium des animaux les plus grands vivant actuellement sur notre planète.

Le requin-baleine est un poisson cartilagineux (chondrichtyen) qui mesure facilement les 10 mètres, frôlant parfois les 20 mètres, à l'âge adulte. Il a une apparence unique et facilement reconnaissable grâce à des motifs de peau caractéristiques qui ressemblent à des taches de léopard. Sa peau est rugueuse au toucher en raison des minuscules denticules dermiques, qui sont de petites « dents » semblables à des écailles. La tête du requin-baleine est large et plate, avec une bouche massive qui peut s'ouvrir à plus de 1,5 mètre de largeur. La bouche est remplie de nombreuses rangées de petites dents, qui sont inutiles pour la nutrition car le requin-baleine filtre plus de 2000 tonnes d'eau par heure à travers des branchies spéciales lui permettant de capturer plancton et petits crustacés.

Reconnu comme une espèce pélagique, le requin baleine vit plutôt au large, en eaux profondes. La recherche de nourriture le pousse cependant à remonter vers la surface durant la journée ou à fréquenter les récifs coralliens riches en biodiversité. Nous le rencontrons essentiellement dans les mers et les océans tropicaux à tempérés, où la température globale dépasse les 20 degrés. 75 % de ses populations sont regroupées dans l'océan Indien.

Sa longévité peut aller jusque 150 ans.

S'il ne connaît quasiment aucun prédateur naturel dans son milieu, ce sont aujourd'hui la pollution et la surpêche qui font peser de lourdes menaces sur le requin-baleine. Pacifique et peu farouche, l'espèce tend régulièrement à faire preuve d'imprudence face aux humains.



TAILLE : ***jusqu'à 20 mètres de long***
POIDS : ***jusqu'à 34 tonnes***

3· L'ÉLÉPHANT DE SAVANE D'AFRIQUE
Loxodonta africana

TAILLE : ***2 à 4 mètres au garrot***
POIDS : ***3 à 8 tonnes***

Il s'agit du plus grand des animaux terrestres vivant actuellement, il est aussi le plus grand des éléphants. Il est identifiable par ses larges oreilles qui lui permettent de réguler sa température corporelle et ses longues pattes avant. Autres caractéristiques impressionnantes, ses défenses qui ne cessent de pousser (présentes chez les mâles comme chez les femelles), sa peau ridée l'aidant à retenir l'humidité et, bien sûr, son immense trompe flexible.

L'éléphant d'Asie, les deux espèces d'éléphant d'Afrique et les mammouths font partie de la famille des éléphantidéset de l'ordre des Proboscidiens. On a estimé qu'il y a eu, au cours de l'évolution environ 352 espèces de Proboscidiens. Les créatures de cet ordre ont habité tous les continents sauf l'Australie et l'Antarctique. Toutes ont disparu, sauf les deux espèces d'éléphants d'Afrique et l'éléphant d'Asie.

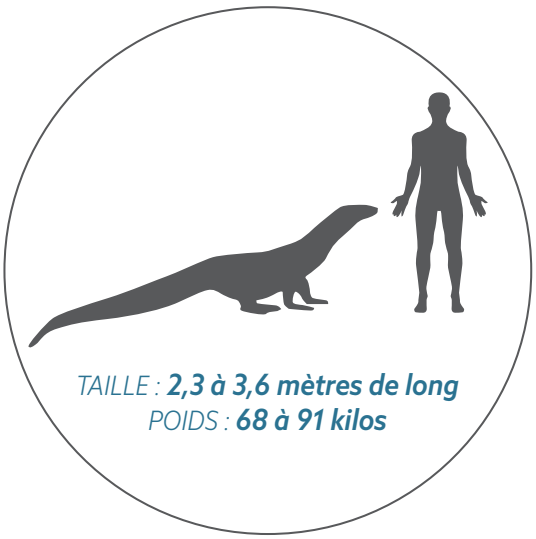
Les éléphants d'Afrique, *Loxodonta*, sont apparus il y a environ 1,5 million d'années. Ce sont les deux espèces d'éléphant les plus « récentes » en termes d'évolution et elles se distinguent de l'éléphant d'Asie par une plus grande taille et par le fait que les mâles et les femelles ont tous deux des défenses.

Les éléphants d'Afrique sont herbivores et se nourrissent de diverses plantes, notamment des herbes, arbustes et feuilles d'arbres. Ils vivent en groupes sociaux appelés troupeaux, qui sont dirigés par une femelle dominante appelée matriarche. Les éléphants sont connus pour leur forte cohésion sociale, leur empathie et leur intelligence.

L'éléphant de savane est l'espèce la plus répandue et principalement présente dans les plaines herbeuses et les savanes de l'Afrique de l'Est, de l'Afrique australe et de l'Afrique de l'Ouest. Les populations les plus importantes se trouvent dans les parcs nationaux et les réserves naturelles, bien que les éléphants de savane soient également présents à l'extérieur de ces zones protégées. L'éléphant de forêt *(Loxodonta cyclotis)*, quant à lui, est plus petit que l'éléphant de savane et est principalement présent dans les forêts denses d'Afrique centrale et de l'Ouest, bien que ses populations soient également présentes dans certaines régions de l'Afrique de l'Est.

Depuis mars 2021, les éléphants d'Afrique sont classés comme espèce en danger critique d'extinction en raison de la perte de leur habitat, de la chasse pour l'ivoire et d'autres menaces telles que les conflits avec les populations humaines.

4· LE DRAGON DE KOMODO
Varanus komodoensis



Uniquement présent en Indonésie, sur les îles de Komodo, Rinca, Gili Motang, Gili Dasami et Florès, le dragon de Komodo n'est pas un simple petit lézard. Bien au contraire. De la famille des varanidés, celui que l'on surnomme également « varan de Komodo », et parfois même « monstre de Komodo », est le lézard terrestre le plus grand du monde actuel. Sa taille peut, en effet, dépasser les 3 mètres de long et son poids les 100 kg.

L'évolution du dragon de Komodo remonte à l'apparition des premiers varans en Asie, il y a environ 40 millions d'années, varans qui ont émigré vers l'Australie. Il y a environ 15 millions d'années, une collision entre l'Australie et l'Asie du Sud-est a permis aux varans de passer vers ce qui est aujourd'hui l'archipel indonésien. On pense que le dragon de Komodo est apparu il y a 4 millions d'années, se différenciant de ses ancêtres australiens et élargissant son territoire jusqu'à l'île de Timor, à l'est. Une baisse importante du niveau de la mer au cours de la dernière période glaciaire a découvert de vastes étendues du plateau continental que le dragon de Komodo a colonisées, puis il s'est retrouvé isolé sur ces îles lorsque le niveau de la mer est lentement remonté.

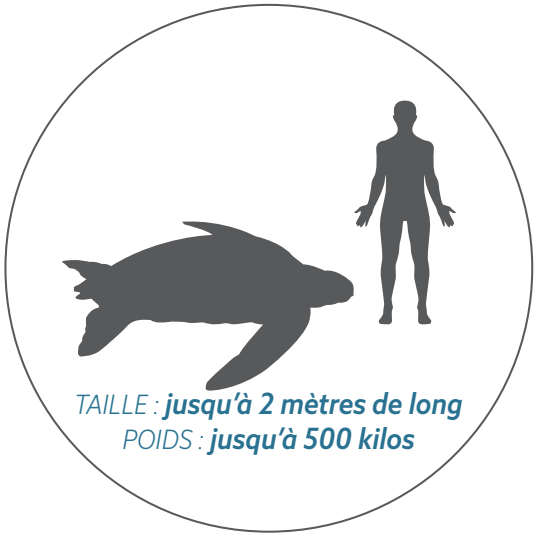
Il est principalement terrestre et habite les forêts sèches, les prairies et les savanes tropicales de ces îles. Il a besoin d'un environnement chaud et sec pour survivre, avec des températures diurnes allant jusqu'à 35°C.

Grâce à sa large mâchoire, le dragon de Komodo attaque ses proies par surprise, en les mordant généralement au ventre ou à la gorge. Puis, il les laisse agoniser des suites de leurs blessures profondes. Mais ce n'est pas tout, les bactéries présentes dans sa salive infectent le sang de ses victimes et son venin, sécrété par les glandes à venin situées sous ses gencives, empêche sa coagulation.

Plutôt solitaire, voire casanier, le dragon de Komodo possède un mode de vie diurne. La nuit tombée, il se réfugie généralement dans les terriers qu'il a pu creuser, où la température est plus confortable. Bien qu'ils soient d'excellents nageurs, les dragons de Komodo sont relativement sédentaires. Si les mâles ont besoin des femelles pour se reproduire, celles-ci pratiquent aussi la parthénogénèse et peuvent donc se reproduire seules mais, dans ce cas, les petits ne seront que des mâles !

Les dragons de Komodo sont classés comme vulnérables par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), en raison de la destruction de leur habitat et de la chasse illégale.

5· LA TORTUE LUTH
Dermochelys coriacea



Avec une longueur pouvant atteindre jusqu'à deux mètres et un poids pouvant dépasser les 500 kilos, la tortue luth est une véritable géante des océans. Elle est la plus grande des sept espèces actuelles de tortues marines et la plus grande des tortues de manière générale.

Elle a la particularité de ne pas avoir de carapace osseuse comme les autres tortues marines. Sa dossière est constituée d'une fine peau recouvrant une épaisse couche de graisse ayant ainsi l'aspect du cuir. Cette carapace unique, dépourvue de plaques osseuses, lui permet de plonger profondément en quête de nourriture (à plus de 1000 mètres).

C'est la seule représentante contemporaine de sa famille (les *Dermochelyidae*, tortues à dos cuirassé). Il s'agit de la tortue marine disposant du meilleur hydrodynamisme du fait de sa forme et de sa capacité à nager extrêmement vite (des pointes enregistrées à près de 40 km/h).

La tortue luth est également connue pour sa tête massive et allongée. Sa mâchoire puissante lui permet de se nourrir de méduses et de céphalopodes, sa principale source de nourriture. Grâce à son régime spécialisé, la tortue luth joue un rôle crucial dans la régulation des populations de méduses, aidant ainsi à maintenir l'équilibre des écosystèmes marins.

En plus de sa taille imposante, la tortue luth est célèbre pour ses incroyables capacités de migration. Elle peut parcourir des milliers de kilomètres à travers les océans pour rejoindre les sites de nidification, revenant souvent sur la plage où elle est née.

Malheureusement, la tortue luth est une espèce en voie de disparition. Les menaces, telles que la pollution marine, la perte d'habitat, la capture accidentelle dans les filets de pêche et la chasse illicite pour sa chair, ses œufs et sa carapace, ont mis en péril la survie de cette espèce. Des efforts de conservation sont déployés à travers le monde pour protéger et préserver la tortue luth, notamment par la création de réserves marines et l'éducation du public sur l'importance de la préservation de ces espèces emblématiques et de leur environnement.

La tortue luth représente un symbole poignant de la richesse et de la fragilité de notre biodiversité marine actuelle.

ET LE CONTRAIRE ? LE NANISME

Si le gigantisme a bien existé à de nombreuses reprises dans l'histoire des êtres vivants, le contraire a existé aussi, et certaines espèces se sont caractérisées par leur très petite taille. Ce processus peut être influencé par divers facteurs, tels que les pressions environnementales, la disponibilité des ressources et les interactions avec d'autres espèces.

Les conditions insulaires peuvent ainsi avoir d'étranges effets sur la taille. Il apparaît que les grands animaux ont tendance à diminuer en taille (on parle alors de « nanisme insulaire ») et que les petits ont tendance à devenir plus grands.

Par exemple, certains éléphants et hippopotames sont devenus petits durant le Pléistocène sur les îles méditerranéennes, tandis que certains rongeurs sont devenus plus grands. Les fossiles montrent que ces changements peuvent se faire assez rapidement, en quelques milliers d'années dans certains cas.

Le nanisme peut offrir plusieurs avantages adaptatifs aux animaux. Tout d'abord, une taille réduite peut faciliter l'exploitation de niches écologiques spécifiques. Dans des environnements où les ressources alimentaires sont limitées, les animaux de petite taille peuvent trouver des sources de nourriture alternatives ou exploiter des habitats inaccessibles aux animaux plus grands. Cela leur permet de réduire la compétition avec d'autres espèces et de maximiser leurs chances de survie.

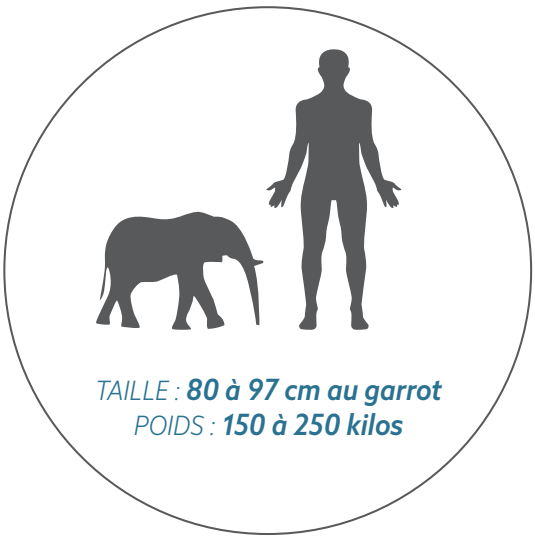
En outre, le nanisme peut être une stratégie pour minimiser les besoins énergétiques et les risques associés à la prédation. Les animaux de petite taille ont généralement des métabolismes plus bas et ont besoin de moins de nourriture pour survivre. De plus, ils peuvent être moins visibles et plus agiles, ce qui réduit leur vulnérabilité face aux prédateurs. Le nanisme évolutif peut ainsi offrir une meilleure chance de survie dans des environnements hostiles ou lors de périodes de changement rapide.

Gigantisme et nanisme sont ainsi deux adaptations bien connues des petites îles isolées durant de très longues périodes. Ces deux processus s'expliquent, pour les petites espèces devenues géantes, par l'absence de prédation, et pour les grandes espèces devenues naines, par le fait que de grands animaux ne peuvent vivre longtemps sur des espaces trop restreints sans disparaître en quelques générations, par manque de place et de ressources alimentaires suffisantes.

Le nanisme évolutif représente ainsi une stratégie adaptative distincte par rapport au gigantisme. Alors que le gigantisme permet aux animaux de bénéficier de certains avantages liés à la taille, tels que la dominance et l'accès à de nouvelles ressources, le nanisme offre des avantages différents, tels que l'exploitation de niches écologiques spécifiques et la réduction des besoins énergétiques.

1· L'ÉLÉPHANT NAIN DE SICILE
Elephas falconeri

Il y a plus de 12 000 ans, on trouvait des éléphants nains sur la plupart des îles de la Méditerranée (Sicile, Malte, Sardaigne, Chypre, Crête...). Ils seraient arrivés du continent par voie terrestre ou à la nage au gré des variations du niveau marin. Ces éléphants sont devenus beaucoup plus petits que les espèces continentales. Certains fossiles de Sicile et de Malte montrent que l'animal adulte n'atteignait pas 1 mètre, pour un poids d'environ 200 kg, alors que leur ancêtre du continent mesurait plus de 3 mètres au garrot. L'éléphant nain de Sicile est celui qui aurait vécu le plus tardivement, jusqu'à l'époque romaine.

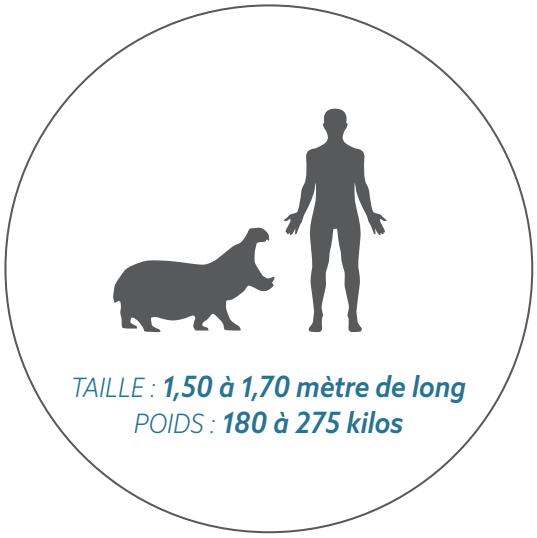


TAILLE : ***80 à 97 cm au garrot***
POIDS : ***150 à 250 kilos***

2· L'HIPPOPOTAME NAIN DE MADAGASCAR
Hippopotamus lemerlei

L'hippopotame nain de Madagascar n'est pas le seul de son genre. D'autres hippopotames nains ont vécu sur des îles de Méditerranée comme Chypre ou la Crète et ont disparu il y a environ 10 000 ans. L'hippopotame nain de l'Ouest africain est, quant à lui, toujours vivant.

Il se nourrissait de racines et de fruits. Pour éviter toute activité pendant les heures chaudes de la journée, il se nourrissait la nuit. Dès le lever du soleil, il retournait se rafraîchir dans l'eau et dans la boue.
Il est toujours très présent dans les contes et légendes malgaches.



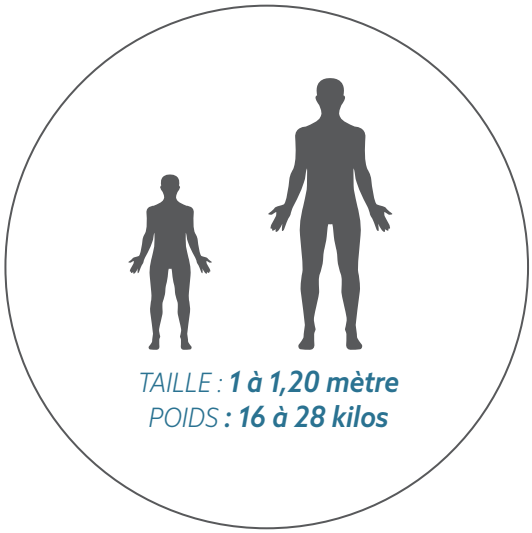
TAILLE : ***1,50 à 1,70 mètre de long***
POIDS : ***180 à 275 kilos***

3· L'HOMME DE FLORÈS
Homo floresiensis

Homo floresiensis, parfois surnommé « le Hobbit », est un petit homininé, retrouvé dans la grotte de Liang Bua, sur l'île de Florès, en Indonésie.

Mesurant un peu plus de 1 m et doté d'une capacité crânienne d'environ 400 cm^3, il a sans doute évolué à partir d'une population antérieure du Pléistocène, qui est arrivée sur l'île. Sa morphologie particulière rend difficile l'établissement de parallèles avec ses plus proches parents.

L'île de Florès a longtemps été séparée de l'Australie et de l'Asie. Son isolement sur une longue période pourrait avoir entraîné un « rétrécissement » de l'espèce vivant sur l'île, comparativement à leurs parents sur la terre ferme, un phénomène évolutif connu dans le règne animal, comme nous l'avons vu, sous le nom de nanisme insulaire.



TAILLE : ***1 à 1,20 mètre***
POIDS ***: 16 à 28 kilos***

Bibliographie

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-Madrigal, 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 Gigantopithecuswas 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 mammouth, 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 Haţeg 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.; Tougard, 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»*. Megafauna: 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.; Androsov, 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.