

CARNETS
DE
SCIENCES

Sylvain Mahuzier
Jean-Pierre Sylvestre

Cap sur le grand continent blanc

éditions
Quæ

Sylvain Mahuzier
Jean-Pierre Sylvestre

Cap sur le grand continent blanc

Éditions Quæ

Collection Carnets de sciences

Les déchets, du big bang à nos jours

Christian Duquennoy

2015, 168 p.

Les insectes, histoires insolites

Patrice Leraut

2015, 120 p.

Oiseaux marins. Entre ciel et mers

Fabrice Genevois, Christian Barbraud

2015, 200 p.

Anatomie curieuse des vagues scélérates

Michel Olagnon, Janette Kerr

2015, 176 p.

Géants des profondeurs

Ángel Guerra, Michel Segonzac

2014, 144 p.

Bactéries marines et biotechnologies

Jean Guézennec

2014, 176 p.

Nos abeilles en péril

Vincent Albouy, Yves Le Conte

2014, 192 p.

Éditions Quæ

RD 10

78026 Versailles Cedex, France

© Éditions Quæ, 2016 ISBN :

978-2-7592-2431-9

ISSN : 2110-2228

Le code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction partielle du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

SOMMAIRE

Remerciements	5
Introduction	7
Un environnement extrême...	9
L'Antarctique à travers le temps	11
De la glace dans tous ses états !	18
Un peu d'océanographie	27
Le climat de tous les records... le plus froid, le plus venteux, le plus sec !	38
Terres du bout du monde...	43
Les mythiques Terre de Feu et cap Horn	45
Malouines et Géorgie du Sud : so British !	48
Les Sandwich et les Orcades du Sud : des archipels de l'extrême	56
Les Shetland du Sud : l'entrée volcanique de l'Antarctique	58
L'Antarctique : un continent et une péninsule	60
Les stratégies du vivant face aux conditions extrêmes	67
Une flore et une microfaune méritantes !	69
Et les poissons, comment s'adaptent-ils ?	73
Comment s'en sortent les oiseaux ?	76
Mammifères marins : sang chaud pour grand froid	86
Une vie abondante dans un milieu inhospitalier	91
Du plancton à la baleine	93
Une végétation rare	94
Des organismes marins hautement performants	99
Les oiseaux du Grand Sud : peu et beaucoup à la fois !	121
Mammifères marins : quelles mœurs !	140
L'homme dans le Grand Sud	161
Changements climatiques et autres menaces	163
À qui appartient l'Antarctique ?	169
Écotourisme et déontologie	175
Références bibliographiques	181



REMERCIEMENTS

La liste des amis qui nous ont accompagnés et aidés lors de nos campagnes antarctiques ne peut être exhaustive, compte tenu de toutes les rencontres que nous avons eu la chance de faire sous ces latitudes.

Nous tenons toutefois à adresser nos remerciements les plus chaleureux à Étienne Garcia, Patrick Marchesseau, Nicolas Dubreuil, Yvon Soyez, Agnès Brenière, Samuel Blanc, Fabrice Genevois, Nicolas Tolstoï, Marco Mayer, Koji Matsuoka...

Notre reconnaissance va également à notre ami Jean Arbeille pour sa confiance et ses encouragements à mener à bien ce projet éditorial, et au professeur Seiji Ohsumi pour ses conseils scientifiques toujours précieux.

Nos remerciements s'adressent aussi aux institutions scientifiques suivantes qui nous ont permis de photographier certains de leurs spécimens et de les publier dans cet ouvrage : le Paläontologisches Museum de Munich, la Dakota School of Mines and Technology de Rapid City dans le Dakota du Sud aux États-Unis, le Royal Ontario Museum de Toronto ainsi que le Museo de La Plata en Argentine.

Enfin, nous n'oublierons pas nos parents, qui nous ont fortement encouragés à vivre pleinement notre vocation d'aventuriers naturalistes, et à qui nous dédions très affectueusement cet ouvrage.

Reflets glacés en baie Paradis, péninsule Antarctique. De somptueux glaciers vèlent quantité d'icebergs, sur lesquels phoques de Weddell, phoques crabiers ou phoques-léopards aiment à se reposer.



INTRODUCTION

Que d'émotions avons-nous partagé tous les deux au cours de ces nombreuses années passées sur l'océan Austral et autour de la péninsule Antarctique ! Manchots, albatros, phoques et baleines nous ont enchantés chaque printemps et été austral, dans la magie des lumières polaires... Nos émois naturalistes ont été si diversifiés, et à coup sûr le seront encore ! Un morceau de bois fossilisé trouvé sur les rivages des Shetland du Sud et témoignant du passé subtropical de l'Antarctique, un squelette de cétacé aux alentours d'une ancienne station baleinière, le comportement particulièrement intelligent d'un phoque-léopard venu à la rencontre de notre zodiac sur une côte antarctique, l'étonnante concentration de rorquals à bosse sur les sites d'alimentation du détroit de Gerlache, le ballet aérien d'un couple d'albatros fuligineux sur fond de montagnes enneigées en Géorgie du Sud, la rencontre inopinée d'un manchot Adélie sur un iceberg isolé en plein milieu de l'archipel des Orcades du Sud...

Riches de ces formidables expériences de terrain et invariablement enthousiastes, il nous a semblé qu'après toutes ces années, le temps était venu de les partager, et de les relater au sein d'un ouvrage de vulgarisation scientifique. Nous avons estimé qu'il était important, et peu usuel, d'insister sur l'évolution de la flore et de la faune du grand continent blanc à travers les périodes géologiques, ainsi que d'évoquer la faune sous-marine mal connue de l'océan Austral, ces poissons et invertébrés qui « hantent » les grandes profondeurs marines, particulièrement dans le passage de Drake.

En outre, l'ornithologue et le spécialiste des mammifères marins que nous sommes, avons eu à cœur d'inventorier et de décrire les fabuleuses stratégies adaptatives des oiseaux – que ces derniers soient volants ou nageurs émérites – ainsi que celles des pinnipèdes et des cétacés.

En effet, pour ne citer qu'eux, le grand albatros, le manchot royal, le phoque de Weddell ou les orques antarctiques – récemment pressentis comme espèces à part entière –, ne sont souvent connus que par leur morphologie, alors que l'utilisation du milieu au sein duquel ils évoluent et la manière dont ils survivent dans cet univers hostile sont tout simplement extraordinaires...

Scène touchante de la famille manchot empereur réunie. Il est cependant rare que le père et la mère restent ensemble longtemps auprès du poussin, car ils se relaient pour aller chercher de quoi l'alimenter...





Un
environnement
extrême...



Un environnement extrême...

Quelle biodiversité sur ce site de Walker Bay ! Nous sommes au sud de l'île Livingston, dans l'archipel des Shetland du Sud. Sur le sable noir et volcanique de la plage, viennent s'échouer krill et méduses. Au large, à quelques centaines de mètres de nous, vient se nourrir un rorqual à bosse qui sort sa tête, gueule ouverte, pour ingurgiter ses 2-3 t de krill quotidien. Sur la plage, nous apercevons un phoque-léopard, une colonie d'éléphants de mer et un phoque de Weddell. Surplombant cette plage subantarctique, des pétrels géants ont élu domicile sur des rochers. Ils y ont fait leur nid et chaque couple montre une attention toute particulière à ses poussins. Ici, les prédateurs sont rares. Les roches environnantes nous rappellent que cette partie de l'Antarctique était une terre colonisée par des plantes gigantesques et des dinosaures il y a quelque 85 millions d'années. Nombreux sont les fossiles de cyprès, d'araucarias, de cycas et de ginkgos : des plantes qui étaient la nourriture préférée des grands dinosaures herbivores de la fin du Crétacé... Mais curieusement on n'a pas trouvé sur cette île de fossiles d'animaux... tout au moins pas encore !



■ Page précédente

Paysage dans la mer de Weddell : banquise (à l'avant-plan) et un immense iceberg tabulaire de plusieurs milliers de tonnes. Dans cet environnement austral, la température de l'eau ne dépasse pas les 4 °C. Ici vivent orques, phoques, otaries et manchots.



■ L'Antarctique à travers le temps

Une histoire de collision et de fragmentation de la croûte terrestre

Au Précambrien (de – 4 600 à – 570 millions d'années), il n'y a qu'un seul et grand continent, situé dans l'hémisphère sud : le Rodinia. Celui-ci va se disloquer au Néoprotérozoïque (entre – 700 et – 500 millions d'années) en quatre minicontinents, puis former un unique et immense continent à la fin du Paléozoïque (450 millions d'années plus tard) : la Pangée. Le Paléozoïque (– 570 à – 240 millions d'années) débute de nouveau par la fragmentation de la Pangée en cinq minicontinents. La partie qui représente actuellement l'Antarctique dans le minicontinent appelé Nigritia se localise dans l'hémisphère nord, juste à cheval au-dessus de la ligne de l'équateur : l'ouest antarctique se trouvant au niveau du 30° parallèle N et la partie est sur l'équateur. Puis, tout doucement, au Dévonien (– 408 millions d'années), le Nigritia commence son recul en-dessous de la ligne équatoriale. Au Carbonifère (– 362 à – 290 millions d'années), deux supercontinents se soudent : la Laurussia (ou Euramérique, comprenant l'Amérique du Nord et l'Europe) et le Proto-gondwana (comprenant l'Afrique, l'Amérique du Sud, l'Australie, l'Inde et l'Antarctique). Celui-ci est centré sur l'équateur jusqu'au pôle Sud. Au Permien (– 290 à – 245 millions d'années), la formation du supercontinent de la Pangée s'étend de nouveau entre le pôle Nord et le pôle Sud. La formation d'un seul et grand continent crée des conditions climatiques impliquant de grandes variations de température au gré des saisons (climats continentaux), ainsi qu'un régime de pluie du type mousson. En Antarctique (qui ne bouge pratiquement



Feuille fossilisée du Crétacé supérieur à Walker Bay, Livingston island, archipel des Shetland du Sud.



Les deux régions géologiques de l'Antarctique

Deux principales régions géologiques constituent le continent Austral : l'Antarctique orientale et l'Antarctique occidentale. La première est constituée par un immense bouclier précambrien. La deuxième serait, selon les géologues et glaciologues, une extension des Andes (Amérique du Sud). C'est dans l'Antarctique occidentale que se localisent deux grands volcans actifs (le mont Melbourne avec 2 732 m et le mont Erebus avec ses 3 974 m). Ces deux régions géologiques sont séparées par la chaîne Transantarctique.

pas depuis le Dévonien), la vie végétale du Permien est dominée par les fougères comme *Glossopteris* (une plante fossile que l'on trouve à la fois dans les gisements permien d'Amérique du Sud, de l'Afrique australe, de l'Inde, de l'Australie et de l'Antarctique) qui pousse dans les marécages. Ces forêts de marais donneront, bien plus tard, un important gisement de charbon qui se localise dans la chaîne Transantarctique.

L'Antarctique colonisé par les dinosaures

Le Mésozoïque (– 245 à – 65 millions d'années) est surtout connu sous le nom familier d'« âge des Dinosaures » ou d'« âge des Reptiles ». Il voit aussi le développement des premiers oiseaux, des mammifères et des angiospermes (plantes à fleurs).

Au début du Mésozoïque (Trias : – 245 à – 208 millions d'années), on observe une dislocation de la Pangée en deux blocs distincts : la Laurasia au nord (formée par l'Europe, l'Asie et l'Amérique du Nord) et le Gondwana au sud (formée par l'Amérique du Sud, l'Afrique, l'Inde, l'Australie et l'Antarctique). La Laurasia reste dans les latitudes septentrionales de l'hémisphère nord. Quant au Gondwana, il se localise à cheval sur l'équateur, laissant l'Antarctique entre le pôle Sud et le 60° parallèle de latitude S. Au début du Mésozoïque, la Terre continue de se réchauffer durant cette période.

La calotte glaciaire fond si vite qu'une grande partie du Gondwana devient un désert. La vie reprend lentement ses droits mais la biodiversité reste extrêmement limitée. Dans les mers, de nouveaux groupes d'animaux marins (invertébrés et vertébrés) font apparition. Chez les invertébrés, les mollusques (ammonites, brachiopodes, céphalopodes, bivalves) et les échinodermes se développent. Des poissons aux nageoires rayonnées (actinoptérygiens) et les premiers requins et raies modernes remplacent l'ancienne faune marine.



De nombreux reptiles, tels les nothosaures et les ichtyosaures (« lézard-poisson »), retournent vivre en mer et y deviennent les principaux prédateurs. Sur la terre ferme, un climat désertique continue de régner à l'intérieur de la Laurasia et du Gondwana, où la végétation reste limitée, alors que des forêts de cycadales et de conifères se développent le long des côtes. Les fougères à graines comme *Dicroidium* colonisent l'Antarctique oriental. Les ginkgos prospèrent sur l'ensemble de la planète triasique et il en existe sept genres dont l'actuel *Ginkgo*. Au Trias, cette flore diffère selon la latitude où l'on reconnaît des assemblages angariens (au nord du 60° parallèle N), laurasien (entre le 20° et le 60° parallèle N) et gondwanien (entre le 30° et le 70° parallèle S). Chez les synapsides (reptiles mammaliens), les survivants du Permien connaissent un nouveau développement au Trias. Leur répartition est mondiale. On connaît de nombreux sites de l'ancien Gondwana où les fossiles de ces reptiles primitifs sont nombreux (La Rioja, San Juan en Argentine, Rio Grande do Sul au Brésil, bassin de Karoo en Afrique du Sud). L'un d'entre eux est le *Lysosaurus* : un reptile herbivore de 0,9 à 3 m de long. Ses fossiles sont connus en Afrique du Sud, en Inde, en Chine, en Russie et en Antarctique, et cela dès le début du Trias.

Le site fossilifère de Graphite Peak, dans les montagnes Transantarctiques (Antarctique orientale) nous a livré de nombreux fossiles du Trias inférieur (– 250 millions d'années). Ce site paléontologique, découvert en 1968, nous aide à mieux comprendre le changement brusque entre la vie du Permien et celle au début du Trias. Sur cet ancien site du Gondwana, d'immenses systèmes fluviaux traversaient un bassin de 200 000 km², riche en forêts de *Voltziopsis* et de *Voltzia*, et flanqué par une chaîne montagneuse volcanique. La faune était constituée d'amphibiens brachiopodes et de reptiles primitifs *Thrinaxodon*, *Procolophon* et *Lystrosaurus*.

Avec la fin du Trias (– 208 millions d'années), les amphibiens occupent les milieux humides et certains d'entre eux sont de grande taille ; c'est le cas du *Parotosuchus* de 2 m de long découvert dans les roches du Trias supérieur de la formation Fremouw (– 220 millions d'années) dans les montagnes Transantarctiques. Les ptérosauriens (reptiles volants) continuent à dominer le ciel jurassique. Le groupe animal dominant est celui des dinosaures.

En 1991, les paléontologues étasuniens découvrent un site fossilifère de dinosaures antarctiques dans la formation géologique Falla (Jurassique inférieur, de – 208 à – 178 millions d'années) dans la chaîne de montagnes Transantarctiques, au mont Kirkpatrick, à 650 km du pôle Sud. Ils mettent à jour des fossiles de ptérosauriens (reptiles volants), d'un mammifère reptilien (tritylodonte) et divers dinosaures (prosauropodes, petits théropodes, un



allosauridé). Ils travaillent alors sur un dinosaure carnivore endémique de cette partie du Gondwana : le *Cryolophosaurus ellioti*. Il s'agit d'un animal bipède de 6,6 m de long et de 450 kg. En 2007, ils découvrent de nouveau dans la formation Hanson du mont Kirkpatrick une nouvelle espèce de dinosaure endémique de l'Antarctique : *Glacialisaurus hammeri*. Il s'agit d'un dinosaure sauropodomorphe massospondylidé (de 5 m de long et 160 kg), très proche d'un autre dinosaure endémique au Jurassique inférieur (formation Hettangian) de l'Afrique du Sud : le *Massospondylus (Plateosaurus) carinatus*. Les dinosaures du site du Mont Kirkpatrick vivaient dans cette partie du Gondwana qui, il y a – 175 millions d'années, se localisait entre le 61° et le 70° de latitude S. Ils ont donc connu des étés tièdes et des hivers obscurs et froids... ce qui ne colle pas du tout avec l'ancienne théorie des dinosaures à sang froid.

Sur l'île Vega (mer de Weddell, péninsule Antarctique), les paléontologues étasuniens de la South Dakota School of Mines and Technology ont trouvé en 2007–2008 des ossements fossiles d'un jeune plésiosaure (*Mauisaurus*) de 1,5 m de long dans les sédiments de la formation Snow Hill Island. Ils estiment qu'à l'âge adulte, ce plésiosaure devait atteindre les 10 m de long. Les paléontologues argentins du musée des Sciences naturelles de Buenos Aires ont exhumé en 2000, dans les couches du Crétacé de la formation Santa Marta sur l'île James Ross, des squelettes entiers d'une nouvelle espèce de tylosaure : *Taniwhasaurus (Lakumasaurus) antarcticus*, un reptile marin serpentiforme de 7,5 m de long.

Sur Terre, les forêts sont largement dominées par plusieurs groupes de gymnospermes (plantes dont les graines sont portées dans des écailles et non dans un fruit clos), surtout les conifères (notamment les cyprès, cyprès chauves et araucarias). D'autres gymnospermes (notamment les cycas et les ginkgos) sont sur le déclin. Apparaissent alors les angiospermes (les plantes à fleurs), qui ne sont d'abord que de petites plantes basses poussant sur les sols retournés par le passage des troupeaux de dinosaures. Plus tard, les plantes à fleurs, notamment les bouleaux, les saules et les magnolias, forment des forêts abritant les dinosaures. Les fougères restent pourtant dominantes dans les régions pluvieuses. Sur l'île Livingston (archipel des Shetland du Sud) par exemple, des géologues britanniques et hollandais ont catalogué une douzaine d'espèces de plantes fossiles de la fin du Crétacé (– 85 millions d'années) appartenant aux groupes des gymnospermes et des angiospermes.

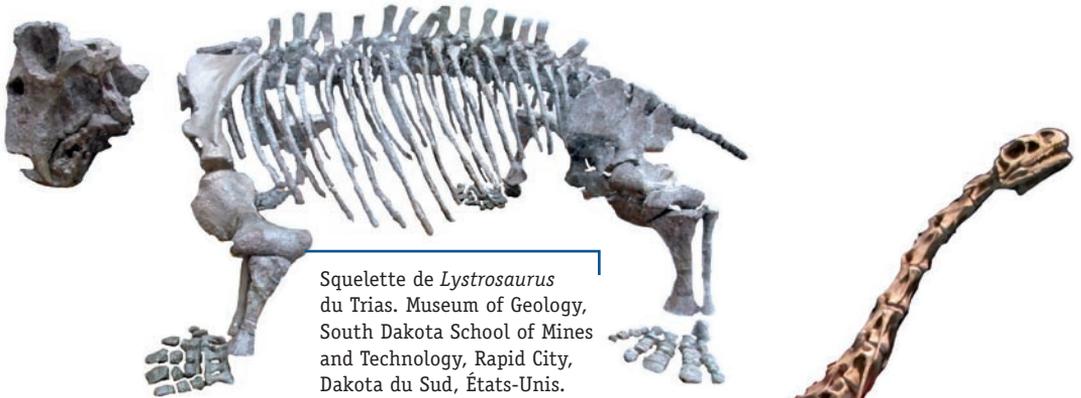
Les sites à dinosaures du Crétacé (– 146 à – 65 millions d'années) sont rares en Antarctique et nous n'en connaissons que deux : ils se localisent dans



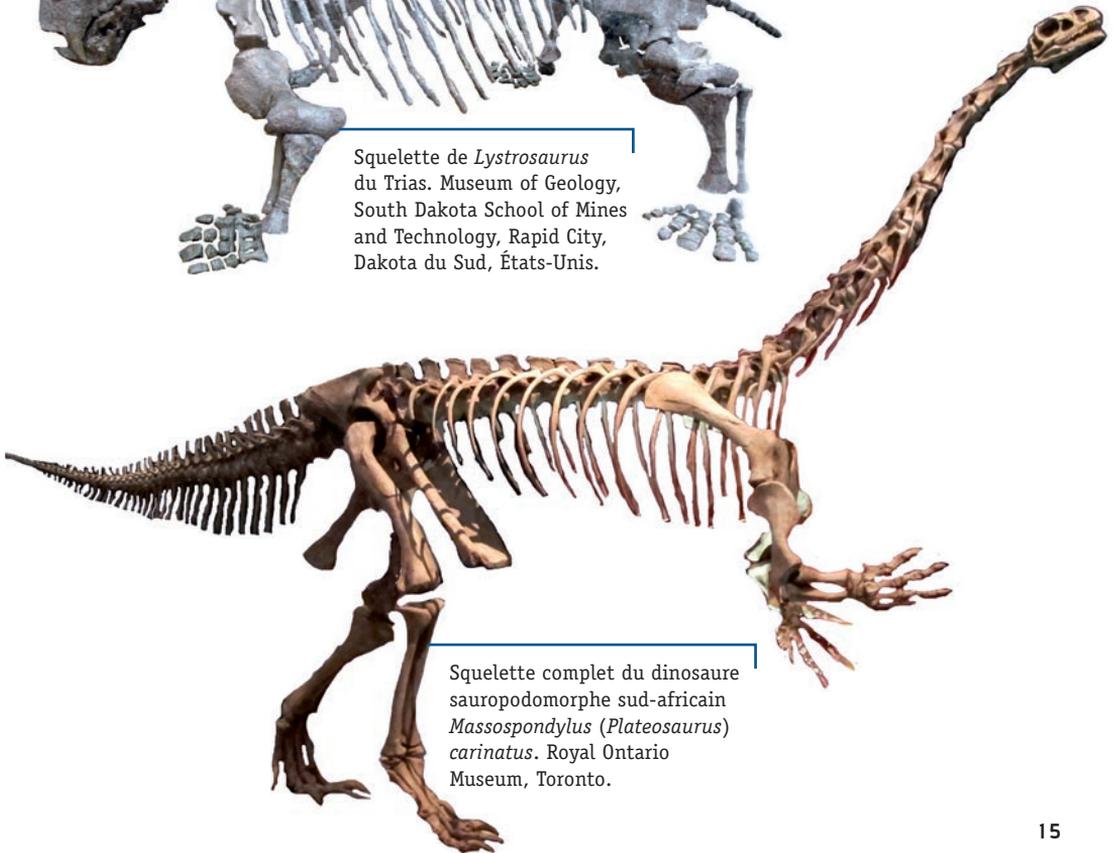
Feuille fossilisée de ginkgo. Collection du Paläontologisches Museum, Munich.



la mer de Weddell, près de la péninsule Antarctique (sur les îles James Ross et Vega). Ces deux sites datent du Crétacé supérieur (– 97 à – 65 millions d'années) : formation Santa Marta pour l'île James Ross et formation Lopez de Bertodano pour l'île Vega. C'est en 1986 que les géologues argentins de l'Instituto Antartico Argentino découvrirent les premiers fossiles de dinosaures antarctiques sur l'île James Ross. Ils retirèrent des sédiments de la formation Santa Maria un dinosaure cuirassé de 4,3 m de long (qui devait peser quelque 900 kg de son vivant) du sous-ordre des ankylosauriens : *Antarctopelta oliveroi*. Des découvertes paléontologiques se succédèrent. Ils exhumèrent des fossiles de reptiles marins comme le tylosaure *Taniwhasaurus*, et en 2010, ils mirent à jour un fragment de vertèbre de 20 cm de long appartenant à un sauropode de la famille des titanosauridés. Il s'agit là d'un animal appartenant



Squelette de *Lystrosaurus* du Trias. Museum of Geology, South Dakota School of Mines and Technology, Rapid City, Dakota du Sud, États-Unis.



Squelette complet du dinosaure sauropodomorphe sud-africain *Massospondylus (Plateosaurus) carinatus*. Royal Ontario Museum, Toronto.



au groupe des plus gros et des plus grands dinosaures de tout le Mésozoïque. La présence de tels dinosaures en Antarctique laisse à penser que la faune dinosaurienne de l'Antarctique était riche et variée. Plus récemment, en 2012/2013, les paléontologues argentins décrivent un dinosaure ornithopode, retiré des roches de la formation Snow Hill Island de l'île James Ross : *Trinisaura santamartaensis*. Sur l'île Vega, les géologues britanniques du British Museum of Natural History de Londres récupèrent à leur tour des restes fossiles de dinosaures de la famille des hadrosauridés et des hypsilophontidés. Il est étonnant de découvrir des restes de dinosaures en Antarctique alors que cette faune et cette flore du Crétacé supérieur vécurent dans un environnement plutôt polaire : à la fin du Crétacé, les sites des îles Vega et James Ross étaient situés au 65° de latitude S. Ces trouvailles paléontologiques en Antarctique ne sont pas uniques car elles sont complémentaires de celles faites en Australie (Dinosaur Cove, Victoria au Crétacé inférieur) et de celles de la Nouvelle-Zélande (Mangahouanga Stream, île du Nord au Crétacé supérieur). On pense que les dinosaures polaires australiens de moyenne et grande taille (*Minmi*, *Leptoceratops*, *Timimus*, *Allosaurus*) devaient migrer vers le nord en hiver (l'Australie se trouvait à cette époque entre le tropique du Capricorne et le 80° de latitude S), ce qui n'était pas du tout le cas pour les dinosaures de moyenne et grande taille (hadrosauridés, ankylosauriens et titanosauridés) du Crétacé supérieur de l'Antarctique, puisque que ce continent se trouvait en dessous du 60° de latitude S. Comment ont-ils survécu sous ces latitudes polaires ?

Les dinosaures polaires : une énigme non résolue

La découverte des dinosaures polaires présente un grand intérêt pour les scientifiques. Cela remet en cause certains aspects de la théorie de l'impact d'un astéroïde qui aurait fait disparaître les dinosaures, il y a - 65 millions d'années. D'une part, si certains dinosaures pouvaient survivre plusieurs mois d'obscurité et de froid dans la partie australe du Gondwana oriental, pourquoi quelques espèces au moins n'ont-elles pas survécu au soi-disant « hiver nucléaire » qui suivit la collision ? D'autre part, la présence de dinosaures en Antarctique (ainsi qu'en Arctique) incite certains paléontologues à penser que les dinosaures avaient le sang chaud ! Ces découvertes en Antarctique, en Australie et en Nouvelle-Zélande confirment leur grande capacité d'adaptation. Les récentes recherches paléontologiques en Antarctique sont prometteuses. Les sites fossilifères du Crétacé antarctique renferment encore beaucoup de trésors géologiques et paléontologiques qui vont sûrement nous surprendre au cours des prochaines décennies.



L'ère des mammifères

La séparation des blocs continentaux s'accroît durant tout le Cénozoïque (– 65 millions d'années à maintenant), bien souvent en fonction des variations du niveau des mers. Cette séparation est croissante et surtout marquée pour les continents de l'hémisphère sud (Antarctique, Amérique du Sud et Australie). Le bloc sud-américain s'éloigne du bloc nord-américain. Ces deux continents resteront éloignés durant tout le Paléogène (– 65 à – 23 millions d'années) et le Néogène (– 23 à 2 millions d'années), toutefois, l'Amérique du Sud garde une liaison avec l'Antarctique. Au début du Paléocène (– 65 à – 56 millions d'années), l'Antarctique n'est pas couvert de glace et la connexion avec l'Amérique du Sud permet un échange faunique entre ces deux continents. Les fossiles du Paléocène antarctique sont extrêmement rares (île Seymour dans la mer de Weddell).

Avec l'Éocène (– 56 à – 35 millions d'années), l'Australie et la Nouvelle-Guinée sont définitivement séparées de l'Antarctique et dérivent vers le nord, alors que l'Inde poursuit sa dérive vers l'Asie. Des courants marins commencent à isoler l'Antarctique de l'Australie. Le continent Austral est toujours à proximité de l'Amérique du Sud, au niveau de la péninsule Antarctique. Le déplacement de l'Antarctique vers le sud s'accompagne d'un refroidissement de la planète, comme de la chute des températures sur le continent Antarctique ; toutefois, la calotte glaciaire n'a pas encore commencé à se former.

L'Éocène moyen est ponctué par une courte durée de réchauffement. Les fossiles éocènes de la formation La Meseta (entre – 34 et – 50 millions d'années), découverts sur l'île Seymour, nous démontrent (et cela peut-être grâce à la proximité de l'Amérique du Sud) un florissant écosystème diversifié avec un environnement au climat chaud. Parmi les fossiles trouvés dans les couches fossilifères de l'Éocène de l'île Seymour, figurent deux espèces de manchots géants (*Palaeudyptes klekowskii* mesurant près de 1,5 m de haut et *Archaeospheniscus wimani* atteignant 0,85 m), des marsupiaux primitifs et un mammifère énigmatique appartenant à un ordre aujourd'hui éteint : Gondwanatheria (*Sudamerica ameghinoi*).

Avec la fin de l'Éocène et le milieu de l'Oligocène (entre – 35 et – 29 millions d'années), l'Amérique du Sud s'écarte de la péninsule Antarctique. L'Antarctique est alors complètement isolé, d'une part de l'Amérique du Sud et d'autre part, de l'Australie. Un important courant marin circumantarctique se développe autour de l'Antarctique et le front polaire antarctique apparaît simultanément, commençant à délimiter une nouvelle province géographique



Au cours du Pliocène inférieur, les rivages côtiers de l'Amérique du Sud et de l'Antarctique ont été dominés par un grand nombre d'espèces de manchots, comme ce manchot péruvien fossile *Spheniscus urbanai*.



à l'aide d'une barrière hydrologique importante. Cette séparation est accompagnée par la formation du passage de Drake, par un nouveau refroidissement des eaux australes, ainsi que par une augmentation de la teneur en oxygène. Commence alors l'établissement de la calotte glaciaire – au moins en altitude – durant l'Oligocène (– 35 à – 23 millions d'années).

■ De la glace dans tous ses états !

L'Antarctique est incontestablement l'endroit sur la planète où l'on trouve le plus de glace. C'est d'ailleurs cette glace qui attire la plupart des visiteurs de l'Antarctique, qu'ils soient marins, alpinistes, savants ou touristes. Il faut avant tout distinguer deux catégories de glace : la glace continentale, glace d'eau douce accumulée sur le continent, et la glace de mer qui se forme chaque hiver à la surface de l'océan. Au sein de chacune de ces catégories existent plusieurs formes, chacune d'entre elles ayant sa propre histoire et ses propres caractéristiques.

La glace recouvrant le continent est issue des précipitations et s'est accumulée pendant des milliers d'années. Elle s'écoule vers la mer, mue par son propre poids. Lorsqu'une calotte glaciaire atteint la côte, elle continue

Quelques notions d'océanographie...

La *benthos* est le fond des mers, y vivent donc les espèces benthiques. Les espèces *démersales* vivent sur le fond marin ou dans les eaux profondes. Le terme « démersal » s'applique donc à un poisson ou un organisme vivant près du fond, sans pour autant y demeurer de façon permanente. La zone *pélagique* des océans comprend la colonne d'eau, c'est-à-dire tout ce qui n'est pas côtier ou dans les fonds marins. On peut aussi parler de pleine mer ou de haute mer.

Dans la zone *épipélagique* (de la surface jusqu'à 200 m), la photosynthèse est possible et accueille nombre de plantes et d'animaux.

Dans la zone *mésopélagique* (200 à 1 000 m), la lumière est insuffisante pour la photosynthèse, donc il n'y a pas de plantes. Les communautés d'animaux qui y vivent migrent souvent vers la surface à la tombée du jour pour se nourrir.

Enfin, dans la zone *bathypélagique* (entre 1 000 et 4 000 m), l'océan est sombre et les animaux qui y vivent consomment les détritiques tombant des zones supérieures. Les calmars géants vivent à ces profondeurs.

Quant aux animaux *benthopélagiques*, ils évoluent dans toute la colonne d'eau, depuis le fond jusqu'à la surface.