

Les manchots menacés par le réchauffement climatique

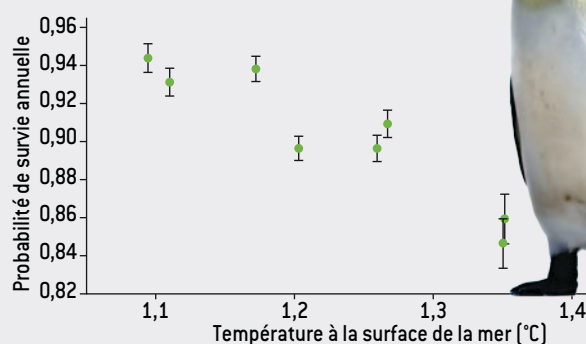
En complément de l'approche paléontologique, la comparaison d'espèces actuelles apparentées, mais vivant dans des milieux contrastés, permet de déterminer grâce à quels processus adaptatifs, notamment comportementaux, les manchots ont colonisé l'ensemble de l'hémisphère austral. Ces adaptations sont très lentes – sur plusieurs dizaines de millions d'années –, d'autant plus que l'âge de première reproduction est élevé, atteignant cinq ans chez certaines espèces.

Prenons le manchot empereur (*A. forsteri*) et le manchot royal (*A. patagonicus*). En raison de leurs nombreuses similitudes morphologiques, ils ont été classés dans le même genre, *Aptenodytes*. Néanmoins, le manchot empereur est le seul animal à se reproduire en hiver sur la glace de mer au cœur du rude hiver antarctique, à des températures ambiantes qui, pour certaines colonies, descendent à -50°C . Dans la colonie située près de la base Dumont d'Urville en terre Adélie, la température descend rarement en dessous de -30°C , mais les rafales de vent atteignent des vitesses comprises entre 100 et 200 kilomètres par heure, ce qui augmente considérablement le pouvoir de re-

froidissement ambiant. Le manchot royal est rarement soumis à des températures négatives, car il vit dans la zone subantarctique; les deux tiers de ses populations se reproduisent dans l'archipel de Crozet, où la température moyenne est d'environ 5°C .

Avec des extrémités (bec et ailerons) plus grandes et une taille réduite (80 centimètres pour 13 à 15 kilogrammes, au lieu d'un mètre pour 25 à 40 kilogrammes pour le manchot empereur), la morphologie du manchot royal correspond à un stade intermédiaire dans l'adaptation au froid par rapport au manchot empereur. En effet, plus un animal est grand et volumineux avec des extrémités réduites, moins importante est sa surface corporelle de déperdition thermique par rapport à son volume producteur de chaleur.

Mais la morphologie du manchot empereur ne suffit pas pour lui assurer sa reproduction dans un froid extrême. Son processus adaptatif décisif est en fait comportemental : en se serrant les uns contre les autres pour former des « tortues », les manchots empereurs réduisent de moitié leur vitesse d'amaigrissement, ce qui permet au mâle de jeûner en moyenne 120 jours et ainsi d'assurer la totalité



Une augmentation de la température à la surface de la mer de seulement $0,3^{\circ}\text{C}$ dans la zone à la limite des glaces où les manchots royaux se nourrissent en hiver se traduit par une diminution de près de dix pour cent de leur survie.

de l'incubation. Cela est rendu possible à la fois par la mobilité (l'œuf est couvé sur les pattes), mais aussi par le fait que le manchot empereur n'a pas de comportement territorial (c'est le seul manchot dans ce cas).

Comme l'indiquent à juste titre E. Fordyce et D. Ksepka, la rapidité du changement climatique constitue une terrible menace pour des oiseaux à l'adaptation aussi poussée à leur milieu. Ainsi, 80 pour cent des populations de manchots Adélie (*Pygoscelis adeliae*) ont disparu de l'Ouest de la péninsule Antarctique, l'une des zones de la pla-

nète qui se réchauffent le plus actuellement. En prenant en compte les scénarios de nos collègues climatologues, avec Céline Le Bohec nous avons montré en 2008 que les populations de manchots royaux de Crozet sont gravement menacées (voir la figure). Et en 2009, nos collègues du Centre d'études biologiques de Chizé (CNRS) ont aussi prédit l'extinction de la colonie de manchots empereurs de terre Adélie.

Yvon Le Maho
Institut pluridisciplinaire
Hubert Curien, CNRS-Université
de Strasbourg

Graphie : d'après C. Le Bohec et al., PNAS, 2008. © Shutterstock Neale Couland

Il pourrait aussi avoir aidé les manchots à supporter les longs voyages en haute mer, grâce auxquels ils se sont dispersés, à partir de la Zélandia, vers les autres continents. Cette hypothèse nous semble d'autant plus plausible que les premières vagues de manchots fossiles apparues en dehors de la Zélandia semblent toutes présenter cette caractéristique. Les manchots modernes n'auraient détourné ce mécanisme que bien plus tard pour coloniser les glaces formées quand la planète s'est refroidie.

Dix espèces cohabitaient

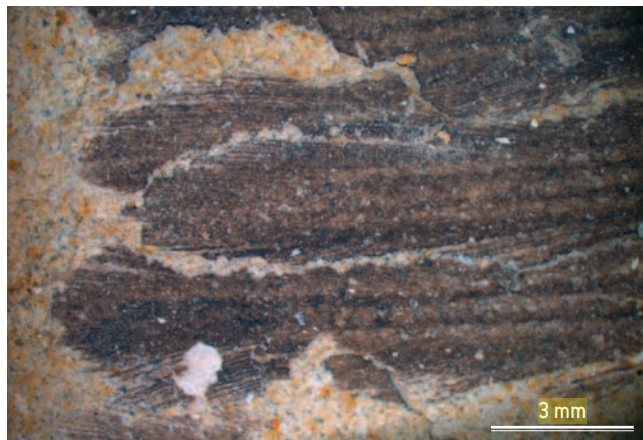
À partir du moment où ils se sont dispersés dans tous les océans de l'hémisphère Sud, les manchots ont connu une importante diversification. Le manchot de Nouvelle-Zélande *Pachydyptes ponderosus* – le « plongeur corpulent » – était un géant, connu seulement à partir de quelques os épais datant d'environ 35 millions d'années. On

estime sa masse à plus de 68 kilogrammes. À l'autre extrémité du spectre, *Eretiscus tonmii* – le « rameur minuscule » – d'Argentine, vieux de 21 millions d'années, avait une taille inférieure à 0,5 mètre. Comme le petit manchot bleu vivant actuellement en Nouvelle-Zélande, les membres de cette espèce sont peut-être arrivés sur la terre ferme dans des sortes de radeaux composés de plusieurs dizaines d'oiseaux – un comportement qui peut réduire les risques de prédation.

Certains manchots usaient d'une arme mortelle. Il y a environ 36 millions d'années, *Icadyptes salasi* – le « plongeur d'Ica », du nom d'une région du Pérou – patrouillait dans les voies maritimes préhistoriques équipé d'un bec allongé et renforcé, monté sur un cou enveloppé de muscles puissants, prêt à empaler tout poisson ou calmar passant à sa portée. D'autres manchots arboraient d'étranges capes, tel le spécimen *Inkayacu paracasensis* – « le roi des eaux » – vieux de

36 millions d'années mis au jour en 2010 au Pérou par Julia Clarke, de l'Université du Texas à Austin. Magnifiquement conservé, il portait encore des plumes et sa peau. Des détails microscopiques ont révélé la présence de pigments brun rougeâtre et gris, bien loin des motifs noirs et blancs des manchots actuels.

Non seulement les anciens manchots se sont diversifiés, mais les variations ont été nombreuses. Outre les 19 espèces actuelles, les paléontologues ont identifié plus de 50 espèces fossiles. De surcroît, dans de nombreuses régions, des preuves solides suggèrent que de multiples espèces cohabitaient dans le passé. Sur l'île Seymour, par exemple, on compte jusqu'à dix espèces dans les mêmes couches fossiles. Ce recouvrement est fascinant, car il suggère que ces espèces étaient capables de se constituer suffisamment de niches écologiques différentes à partir du même espace physique pour coexister. Par comparaison, chez les



Avec l'aimable autorisation de Science/AAAS

2. DES PLUMES FOSSILISÉES (*en haut*) et le bec (*en bas*) d'un manchot géant vieux de 36 millions d'années, *Inkayacu paracasensis*, mis au jour en 2010 au Pérou par Julia Clarke, de l'Université du Texas à Austin, aux États-Unis, et ses collègues. Ce spécimen ancien présente plusieurs particularités. D'une taille imposante (environ 1,5 mètre), et d'une masse estimée à environ 55 kilogrammes (soit le double de celle d'un manchot empereur lorsqu'il n'a pas accumulé ses réserves hivernales), il arborait un long bec pointu et renforcé qui lui servait sans doute de harpon. Les pigments des plumes révèlent en outre qu'il était principalement gris et rouge-brun.

manchots actuels, cinq espèces au plus partagent la même aire de reproduction.

Les anciens manchots ont réussi à cohabiter en partie grâce à une gamme de tailles plus étendue que celle des manchots actuels. C'est ce que suggèrent notamment les énigmatiques manchots géants de Nouvelle-Zélande. Nous avons récemment achevé une étude détaillée de quelques spécimens vieux de 27 millions d'années, incluant le squelette partiel découvert par E. Fordyce dans les années 1970. Bien qu'ils ressemblent au *Palaeudyptes* d'Huxley, ces fossiles constituent un nouveau genre, que nous avons nommé *Kairuku* – « le plongeur qui revient avec de la nourriture » en maori. La bonne conservation de tous les os clefs du squelette nous a permis de reconstituer la taille et les proportions du corps. Mesurant 1,35 mètre et pesant plus de 61 kilogrammes, selon nos estimations, les manchots *Kairuku* devaient être des géants par rapport aux manchots empereurs actuels.

Nous pensons que la taille de ces anciens manchots de Nouvelle-Zélande est une adaptation qui a facilité leur nage sur de longues distances, des colonies (rookeries) des îles de la Zélandia jusqu'au bord de la plate-forme

continentale. Leur taille aurait aussi amélioré l'efficacité de leurs plongeurs en eaux profondes à la recherche de proies telles que les calmars, car les grands oiseaux nagent plus vite, emmagasinent plus d'oxygène, et conservent mieux leur chaleur corporelle. De même, les grands manchots fossiles de l'île Seymour nageaient et chassaient vraisemblablement loin et en profondeur, tandis que les espèces plus petites recherchaient leur nourriture plus près des terres.

S'adapteront-ils à un réchauffement rapide ?

En tant que « sentinelles » de la diversité aviaire, nous pouvons tirer plusieurs leçons des enregistrements fossiles des manchots pour leur préservation. Au cours des derniers 60 millions d'années, la plupart des extinctions de manchots se sont produites bien avant l'apparition de l'homme. Cependant, *Homo sapiens* n'est pas totalement innocent. Au moins une espèce de manchot parente du manchot à œil jaune – *Megadyptes waitaha* – se serait éteinte, du moins en partie, à cause

de sa chasse par l'homme. Si aujourd'hui les manchots sont rarement chassés intentionnellement, ils restent sous la menace de pressions locales et mondiales telles que la surpêche, les rejets de pétrole ou l'introduction de prédateurs. Néanmoins, la menace la plus préoccupante pour les manchots semble être le changement climatique.

Les manchots se sont adaptés à des changements climatiques spectaculaires. Ils ont prospéré tant dans les zones équatoriales torrides de la Terre au cours d'une phase de réchauffement de type « serre », que dans les déserts glacés de l'Antarctique actuel. Mais ne nous méprenons pas. Ces succès évolutifs au cours des 60 derniers millions d'années de changements climatiques ne signifient pas qu'ils s'adapteront aussi bien à tous les effets du réchauffement global actuel. En termes d'adaptation, le temps est un facteur critique. Les paléontologues ont découvert que de nombreuses espèces ont peu à peu déplacé leur habitat au cours de changements climatiques majeurs, tels ceux qui ont accompagné l'avancée et le retrait des glaciers, lors des cycles interglaciaires qui ont marqué les dernières centaines de milliers d'années.