

Le manchot royal menacé par le réchauffement planétaire

Nous nous sommes intéressés dans nos deux dernières chroniques à des travaux du département de biologie marine du CSM, ce mois-ci revenons sur la publication d'un article par le département de biologie polaire dans le numéro du 26 février 2018 de la célèbre revue *Nature Climate Change*. C'est en utilisant les informations enfouies dans le génome du Manchot royal que l'équipe internationale pilotée par Céline Le Bohec, chargée de recherche au sein du Laboratoire International Associé BioSensib CSM-CNRS-Université de Strasbourg (Monaco/France), et Emiliano Trucchi de l'Université de Ferrara (Italie), a pu reconstituer les changements démographiques qui ont affecté cette espèce au cours des cinquante derniers millénaires.

Lorsque les conditions climatiques changent, les organismes ont deux possibilités pour ne pas disparaître : soit ils s'adaptent aux nouvelles conditions environnementales, soit ils migrent vers d'autres lieux plus favorables. Par le fait que les manchots royaux, contrairement à leurs cousins les manchots empereurs, nidifient sur la terre ferme, et non sur la banquise, on pensait qu'ils étaient protégés de la fonte des glaces. Il n'en est rien ! En effet, l'étude menée par le CSM et ses collaborateurs internationaux donne une image beaucoup plus pessimiste de l'avenir de cette espèce. En séquençant le génome de 163 manchots issus

de 13 colonies circumpolaires différentes, les chercheurs ont pu reconstituer la démographie passée du manchot royal. Ainsi, les populations de manchots ont toujours fluctué au cours du temps du fait d'aléas climatiques : l'espèce a failli disparaître il y a 50 000 ans, puis, de nouveau, il y a 20 000 ans lors du dernier maximum glaciaire. Les effectifs ont, depuis 17 000 ans, connu une forte croissance pour atteindre un plateau il y a 10 000 ans : aujourd'hui l'archipel de Crozet, qui accueille près de la moitié de la population globale planétaire de manchots royaux, abrite environ deux millions d'individus. De plus, l'analyse des données génétiques montrent que d'im-

portants flux de gènes entre les différentes colonies de manchots royaux ont existé par le passé, suggérant que les sites de nidification sont tous interconnectés et que les manchots sont capables d'explorer l'océan Austral pour localiser les meilleurs refuges afin de s'y établir si nécessaire.

1 000km en dix jours

Les chercheurs ont ensuite modélisé l'habitat des manchots en intégrant des données biologiques de l'espèce ainsi que des paramètres physiques de leur environnement. L'habitat du manchot royal peut être défini par quatre caractéristiques majeures : une température

The king penguin threatened by global warming

In our two most recent columns, we looked at the work of CSM's marine biology department. This month, we discuss the publication of an article by the Polar Biology Department that appeared in the 26 February 2018 edition of the well-known journal *Nature Climate Change*. By using information buried in the King Penguin's genome, an international team led by Céline Le Bohec, a researcher at the Laboratoire International Associé BioSensib CSM-CNRS-Université de Strasbourg (Monaco/France), and Emiliano Trucchi of the University of Ferrara (Italy) has been able to reconstruct the demographic changes that have affected the species in the course of the past fifty millennia.

When climate conditions change, organisms have two options to avoid extinction: either they adapt to the new environmental situation or they migrate to other, more favourable, locations. Owing to the fact that unlike their cousins the emperor penguins, king penguins nest on terra firma and not on ice floes, it was thought that they were protected from the melting of the sea ice. This is very far from being the case! In fact, the study led by the CSM and its international collaborators paints a much more pessimistic picture of the future of this species. By sequencing the genome of 163 king penguins from 13 different circumpolar colonies, the researchers were able to reconstruct the demographic history of the king penguin. Populations of king penguins have consistently fluctuated over the course of time due to climatic variations: the species almost became extinct 50,000 years ago and again 20,000 years ago, at the time of the last glacial maximum. For 17,000 years, there was a considerable increase in numbers, with a plateau being reached 10,000 years ago. Today, the Crozet Archipelago, which is home to nearly half the global population of king penguins, has a population of around 2 million. In addition, the generic data analysis shows significant gene flows between the king penguin colonies in the past which suggests that the nesting sites are all interconnected, and that king penguins are able to explore the Southern Ocean to identify the best places to settle if necessary.

1,000 kilometres in ten days

The researchers then modelled the king penguins' habitat, integrating biological data from the species and the physical parameters of their environment. The king penguin's habitat can be identified by four major features: an annual average temperature at the nesting place of around 4 to 5°C, a soil of sand or pebbles, ice-free water around the colony throughout the year, and above all a nearby source of food. During the summer period, when the newly hatched chicks are being fed, while one of the parents protects the chick, the other leaves to feed at sea, and in summer, the king penguin's best source of food, which is principally small lanternfish, can be found in an area known as the "Antarctic polar front", which is the border between the cold waters of the Antarctic and the warmer waters of the subantarctic regions. King penguins can travel between 300 and 500 kilometres to reach this area, a round trip of nearly a thousand kilometres in fewer than ten days, to fish and return to the colony to feed their young chicks.

Extremely sobering forecasts

The researchers then adjusted these environmental parameters based on three climate development scenarios suggested by the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change): the most pessimistic, corresponding to a continuation of greenhouse gas emissions, the most optimistic, which requires sharp reductions in these emissions, and an intermediate scenario. The results of this modelling show that modifications of ice distribution,

moyenne annuelle d'environ 4-5°C sur le lieu de nidification, un sol de sable ou de galets, des eaux libres de glace autour de la colonie tout au long de l'année, et surtout la proximité d'une source de nourriture. En effet, durant la période estivale de nourrissage des petits poussins, alors que l'un des parents garde le poussin, l'autre part se nourrir en mer... et la meilleure source de nourriture du manchot, principalement des petits poissons lanternes, se trouve, en été, dans une zone appelée « front polaire antarctique » qui correspond à la frontière entre les eaux froides antarctiques et les eaux plus chaudes des régions subantarctiques. Les manchots royaux peuvent ainsi parcourir entre 300 et 500km pour rejoindre cette zone, soit un voyage de près de 1 000km aller-retour en moins de dix jours, pour aller pêcher et revenir à la colonie pour nourrir leur jeune poussin.



■ **Manchot royal adulte nourrissant son poussin âgé de 11 mois, colonie de La Mare aux Eléphants, Ile de la Possession, Archipel de Crozet. An adult king penguin feeding its 11-month-old chick at La Mare aux Eléphants colony, Possession Island, Crozet Archipelago**

Des prévisions très sombres

Les chercheurs ont ensuite fait varier ces paramètres de l'environnement selon trois scénarios d'évolution du climat proposés par le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) : le scénario le plus pessimiste correspondant à la prolongation des émissions de gaz à effet de serre, le

scénario le plus optimiste impliquant de fortes réductions de ces émissions, et un scénario intermédiaire. Le résultat de cette modélisation montre que les modifications de répartition de la glace et surtout de la localisation du front polaire antarctique vont profondément influencer la distribution future des manchots. En effet, le réchauffement des océans est en train de repousser le front polaire vers le continent antarctique, l'éloignant des zones potentielles d'habitats du manchot royal. Au-delà de 400km plus au Sud, le voyage alimentaire du manchot dépassera dix jours, soit davantage que les capacités de résistance au jeûne du poussin resté à terre qui mourra de faim. Ainsi, dans le cas

du scénario le plus pessimiste, c'est près de 50% des couples de manchots reproducteurs qui perdront leur habitat. Même dans les conditions du scénario le plus optimiste, les manchotières de Crozet sont vouées à l'extinction. Ainsi, à moins de s'adapter rapidement aux nouvelles conditions climatiques, scénario peu probable puisque ces oiseaux marins sont des organismes au temps de génération long, plus de 70% de la population mondiale de manchot royaux pourrait disparaître d'ici la fin du siècle, une raison de plus d'agir rapidement pour réduire nos émissions de gaz à effets de serre.

● Professeur Denis ALLEMAND

Directeur scientifique du Centre Scientifique de Monaco
Scientific Director of the Centre Scientifique de Monaco

Retrouvez la Chronique du CSM et d'autres informations sur www.centrescientifique.mc

Référence de l'article : Cristofari R., Liu X., Bonadonna F., Cheral Y., Pistorius P., Le Maho Y., Raybaud V., Stenseth N.C., Le Bohec C.* & Trucchi E*. Climate-driven range shifts of the king penguin in a fragmented ecosystem. *Nature Climate Change* 8(3) : 245 - 251.

Les auteurs dont le nom est souligné sont affiliés au CSM.

Les astérisques indiquent que les auteurs ont codirigé et contribué de façon égale à l'étude.

and above all the location of the Antarctic polar front, will have a profound influence on the future distribution of king penguins. Ocean warming is currently driving the polar front towards the Antarctic continent, which is moving the potential areas where king penguins can find habitats further away. Beyond 400km south, the king penguin's journey in search of food will take more than ten days, which is longer than the resistance to fasting of the chicks, who have remained on land, and will die of hunger. In the case of the most pessimistic scenario, almost 50% of reproducing couples of king penguins will lose their habitat. Even under the most optimistic scenario, the king penguin's habitats on the Crozet Islands are predicted to disappear. Unless they can adapt rapidly to the new climate conditions,

which is the most likely scenario because these seabirds are organisms with a long generation time, over 70% of the global population of king penguins may disappear before the end of the century, which is one more reason to act quickly to reduce our greenhouse gas emissions. ●

You can find the CSM Chronicle and other information at www.centrescientifique.mc

Article reference: Cristofari R., Liu X., Bonadonna F., Cheral Y., Pistorius P., Le Maho Y., Raybaud V., Stenseth N.C., Le Bohec C.* & Trucchi E*. Climate-driven range shifts of the king penguin in a fragmented ecosystem. *Nature Climate Change* 8(3) : 245 - 251. The authors whose names are underlined are affiliated with the CSM. The asterisks indicate that the authors jointly led and made an equal contribution to the study.

MGTT INTERIM

INTERIM - CDD/CDI - PLACEMENT

- BTP
- TRANSPORT & LOGISTIQUE
- ÉVÉNEMENTIEL
- BANQUE & FINANCE
- TERTIAIRE

1, AVENUE DES CASTELANS
ENTRÉE H - STADE LOUIS II
98000 MONACO

TÉL. +377 92 05 98 99
FAX +377 92 05 93 49
E-MAIL : MONACO@MGTTMONACO.COM