

mais qu'elles concentrent leur activité de pêche dans des secteurs océanographiques à forte productivité, souvent utilisés par les pêcheries, et identifiés à partir de leurs caractéristiques physiques, telles que la température de surface de l'océan, la concentration en chlorophylle, les courants marins et la profondeur. Les prédateurs marins sont aussi utilisés comme bio-indicateurs de la répartition des ressources marines et de leur évolution dans le temps et dans l'espace. Certains prédateurs concentrent leurs activités de pêche dans des secteurs particuliers, tels que le front polaire pour les manchots royaux ou le plateau péri-insulaire pour les albatros à sourcils noirs. Au contraire, d'autres espèces prospectent des surfaces considérables ; ainsi, les grands albatros des îles Crozet exploitent un secteur océanique de près de dix millions de kilomètres carrés, des eaux antarctiques au Sud jusqu'aux eaux subtropicales au Nord.

La mobilité de ces prédateurs est telle que des espèces peuvent cohabiter sur un même site, mais exploiter des environnements marins très éloignés. Chaque prédateur est ainsi caractéristique d'un environnement océanographique particulier, où il se nourrit.

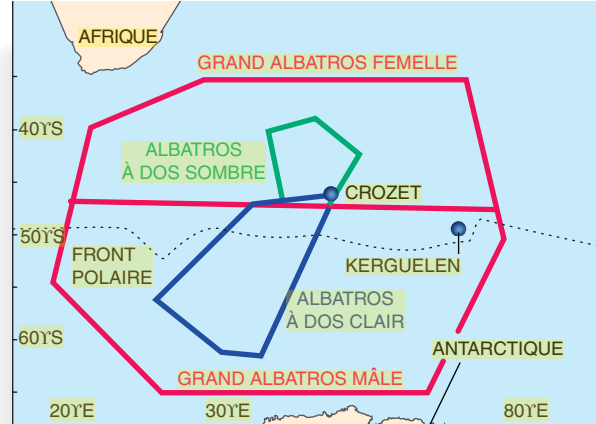
Les populations d'oiseaux et de mammifères marins des îles australes sont suivies à travers un réseau de sites antarctiques et subantarctiques par

plusieurs pays, notamment par la Grande-Bretagne, l'Afrique du Sud, les États-Unis et l'Australie. C'est toutefois dans les Terres australes et antarctiques françaises, grâce à l'Institut polaire, que sont réalisés les suivis les plus longs (près de 50 ans pour certaines espèces).

La démographie des oiseaux marins

À Crozet, à Kerguelen, à Amsterdam et en Terre Adélie, une vingtaine d'espèces d'oiseaux et de mammifères marins sont ainsi dénombrées régulièrement. L'évolution des populations au cours des 40 dernières années indique que certaines espèces, comme les manchots royaux, les manchots Adélie et les otaries à fourrure ont augmenté notablement, alors que les populations d'autres espèces, telles que les albatros, les éléphants de mer, les manchots empereurs et les gorfous sauteurs, ont diminué. Simultanément, on estime les paramètres démographiques en marquant, après les avoir capturés, les animaux adultes et les jeunes de ces colonies ; ces animaux sont identifiés à l'aide de marques individuelles (bagues métalliques, transpondeurs....), et leurs performances reproductrices sont régulièrement contrôlées.

On estime les paramètres démographiques des populations, tels la survie adulte, la survie des jeunes, la dispersion, le recrutement et la fécon-



2. ZONES D'ALIMENTATION de trois espèces d'albatros de Crozet suivies par balise *Argos*. L'albatros fuligineux à dos sombre (en vert) exploite des zones situées dans les eaux subtropicales. L'albatros fuligineux à dos clair (en bleu) exploite les eaux antarctiques situées au Sud du front polaire. Le grand albatros (en rouge) explore une vaste zone, mais les mâles s'alimentent au Sud de Crozet et les femelles au Nord.

dité, ainsi que leurs variations inter-annuelles. Ces espèces vivent longtemps (certains albatros atteignent l'âge de 70 ans) et sont peu fécondes (en général un jeune par an). Tout changement du taux de croissance d'une population résulte d'une modification de la survie adulte. Ainsi, les populations de manchots empereurs, de grands albatros et d'éléphants de mer ont notablement diminué au cours des années 1970 : nous avons montré que la baisse de la population nicheuse des grands albatros de Crozet était due à une augmentation de la mortalité adulte, surtout de celle des femelles. D'où vient cette différence ? Elle réside dans le fait



que mâles et femelles de cette espèce exploitent des secteurs océanographiques différents. Ainsi les femelles se nourrissant plus au Nord étaient en contact avec les flottilles de palangriers dont les hameçons destinés à la capture des thons subtropicaux tuent des milliers d'oiseaux chaque année.

Cet exemple montre que les fluctuations des effectifs ne sont pas obligatoirement la seule conséquence de la variabilité environnementale. Les activités humaines peuvent influencer directement ou indirectement sur les populations. Ainsi, les populations d'otaries ou de manchots royaux en forte augmentation actuellement ont été exploitées massivement jusqu'au début du XX^e siècle et les effectifs du XIX^e siècle ne sont même pas encore reconstitués aujourd'hui.

On a montré que des anomalies environnementales sévissant avant ou au début de la saison de reproduction perturbent le nombre d'individus qui se reproduisent, tandis que les conditions défavorables pendant la reproduction diminuent la survie des individus l'hiver suivant. Au cours d'une étude réalisée sur une communauté de huit espèces d'albatros et de pétrels des îles Crozet et Kerguelen, nous avons cherché à comprendre comment la variabilité environnementale perturbe la reproduction de ces espèces. Des vagues d'augmentation de la température des eaux de sur-

face, dues au phénomène El-Niño, traversent l'océan Austral tous les quatre à cinq ans. Nous avons montré que, pour les espèces exploitant les eaux antarctiques localisées au Sud du front polaire, l'apparition, dans le Sud des archipels, de températures de surface anormalement chaudes réduit les performances reproductrices.

Variabilité environnementale et changements globaux

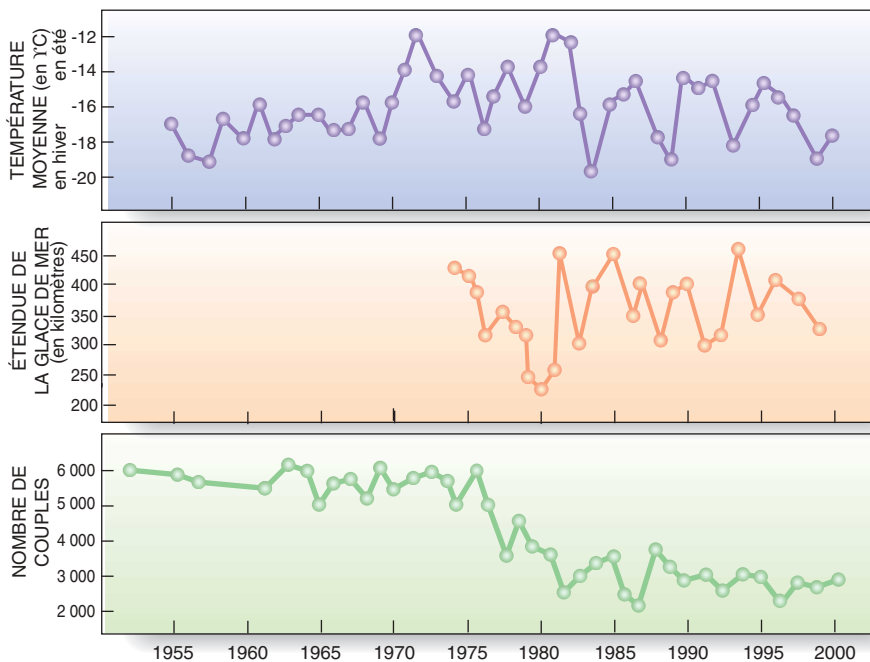
Lorsque ces épisodes chauds apparaissent pendant la période qui précède la ponte, bon nombre d'oiseaux adultes en mauvaise condition physique s'abstiennent de se reproduire ou échouent dans leur tentative de reproduction. Au contraire, les espèces qui pêchent dans les eaux subtropicales localisées au Nord des archipels sont favorisées par ces événements chauds et leur succès reproducteur s'améliore. Ainsi, l'augmentation de la fréquence ou de l'intensité des événements chauds dans l'océan Austral, associée à un réchauffement planétaire global, aurait des effets contrastés sur la communauté des prédateurs supérieurs. Certaines espèces seraient favorisées et pourraient voir leurs effectifs augmenter, alors que d'autres tendraient à disparaître de Crozet et de Kerguelen. Certaines populations coloniseraient des sites plus proches de leurs zones d'alimentation.

L'Antarctique est un laboratoire parfait pour l'étude de l'influence des changements globaux sur les écosystèmes, car l'atmosphère, l'océan et la glace de mer y sont en interaction étroite. En effet, l'écosystème marin dépend de la variabilité à long terme et à court terme de la glace de mer et des conditions océanographiques. Ainsi, la production du krill antarctique est favorisée lorsque la glace de mer est étendue. Or les manchots empereurs se reproduisent sur la glace de mer, en hiver, et se nourrissent de krill et de petits poissons pélagiques.

Pour la population de Terre Adélie, on dispose de données démographiques à long terme, sur près de 50 ans. Après avoir brutalement diminué dans les années 1970, les effectifs des manchots empereurs sont aujourd'hui stables. Nous avons montré que ce déclin était dû à une hausse de la mortalité adulte qui était elle-même liée aux anomalies de plusieurs paramètres océanographiques reliés à l'onde circumpolaire antarctique. La mortalité des manchots empereurs adultes augmente lorsque les températures de surface de la mer sont anormalement élevées et lorsque l'étendue de la glace de mer est réduite.

On ne disposait pas de mesures satellitaires dans les années 1970, mais les relevés de la station météorologique installée à proximité de la colonie de manchots mettent en évidence l'apparition à cette époque d'un épisode anormalement chaud et durable, associé à une faible étendue de la glace de mer. Ces anomalies prolongées ont déclenché une baisse de la survie, qui a elle-même entraîné une chute de la population de manchots empereurs en Terre Adélie de près de 50 pour cent. La population ne s'est pas reconstituée depuis, mais ses effectifs fluctuent avec une périodicité de quatre à cinq ans, c'est-à-dire celle de l'onde antarctique circumpolaire. L'utilisation de modèles démographiques montre que la fluctuation cyclique de la population résulte de la baisse, tous les quatre à cinq ans, de la survie des adultes, lors de l'arrivée d'eaux chaudes et de la rétraction de l'étendue de la glace de mer. Cet exemple est le premier à démontrer que des anomalies climatiques prolongées réduisent directement la survie adulte et, par conséquent, les populations des prédateurs marins.

La mesure des paramètres démographiques des manchots empereurs



3. ÉVOLUTION DES PARAMÈTRES DÉMOGRAPHIQUES du manchot empereur de la terre Adélie. Dans les années 1970, au cours d'une période chaude anormalement longue (en haut), la population des manchots a notablement diminué (en bas). Durant cette période, l'étendue de la glace de mer était réduite (au milieu). Aujourd'hui, la population de ce manchot s'est stabilisée.