

Or, les prédateurs marins, oiseaux et pinnipèdes notamment, dépendent totalement des ressources de l'océan, même s'ils reviennent à terre pour se reproduire. Ils se déplacent sur de grandes distances, ils ont un large spectre alimentaire. Au sommet des réseaux alimentaires, ils intègrent les modifications potentielles des composantes physiques et biologiques de l'environnement marin : ils sont de plus en plus considérés comme de précieux bio-indicateurs des ressources de l'océan Austral.

De par l'importance de leurs populations, ils jouent par ailleurs un rôle considérable dans les réseaux trophiques de l'océan Austral. Ainsi, l'ensemble des colonies d'oiseaux totalise quelque 190 millions d'individus reproducteurs, soit une biomasse aviaire dépassant 300 000 tonnes. Près des deux tiers de cette biomasse sont répartis le long des côtes et des îles antarctiques. On estime que les oiseaux marins de l'océan Austral consomment chaque année 56 millions de tonnes de ressources, soit 34 millions de tonnes de crustacés, 14 millions de tonnes de céphalopodes (des mollusques) et 8 millions de tonnes de poissons. Quant aux mammifères marins, on évalue à plus de 15 millions le nombre des pinnipèdes (otaries et phoques) et on estime leur consumma-

tion annuelle à plus de 70 millions de tonnes d'organismes vivants.

Ainsi oiseaux et mammifères marins consomment bien davantage que les 85 millions de tonnes capturées chaque année par toutes les pêcheries du Globe. Toutefois, les ressources marines exploitées par l'homme se trouvent à des niveaux de la chaîne alimentaire supérieurs à ceux de la plupart des organismes exploités par les oiseaux et par les mammifères de cette région du monde.

Le choix des manchots

Les manchots semblent d'excellents bio-indicateurs des ressources de l'océan Austral. Les quatre espèces qui se reproduisent dans la zone antarctique – le manchot à jugulaire, le manchot Adélie, le manchot papou et le manchot empereur – constituent 66 pour cent des effectifs et 98 pour cent de la biomasse aviaire. En zone subantarctique, les manchots (gorfous macaroni, sauteurs, royaux et papous) ne l'emportent plus en nombre sur les autres oiseaux marins, mais ils constituent encore 80 pour cent de la biomasse d'oiseaux. Ainsi, l'ensemble des populations de manchots consomme chaque année environ 18 millions de tonnes de proies. Un seul couple de manchots Adélie doit four-

nir à chacun de ses deux poussins près de 40 kilogrammes de nourriture. De surcroît, les manchots sont plus faciles à capturer que les autres prédateurs marins. Enfin, ils sont remarquablement adaptés au vol sous-marin et à la plongée, en dépit de leur inaptitude au vol aérien. Ainsi le manchot empereur est capable d'atteindre des profondeurs dépassant 500 mètres et de rester sous l'eau 20 minutes en apnée.

Il y a une quinzaine d'années, on ignorait encore presque tout de l'alimentation en haute mer de ces prédateurs. Puis, les progrès liés au développement de la micro-électronique et de la micro-informatique nous ont permis de découvrir les détails de leur mode d'exploitation du milieu marin : des capteurs et des enregistreurs mesurent l'activité en plongée, les vitesses et les accélérations, les prises alimentaires, et les balises Argos fournissant la localisation en mer. Avec le soutien financier et logistique de l'Institut français pour la recherche et la technologie polaires, nous avons étudié en détail les interactions du manchot royal et des poissons pélagiques des îles Crozet et Kerguelen, dans le Sud de l'océan Indien.

Ce prédateur se nourrit exclusivement des abondants poissons lanternes (myctophidés), qui ne sont pas encore exploités massivement par l'homme.





C.-A. Bost

2. MANCHOTS ADÉLIE partant en mer. Ces prédateurs se nourrissent de krill et de petits poissons qu'ils capturent entre 40 et 100 mètres de profondeur.

Ce modèle de l'étude des relations entre les prédateurs et leurs proies présente un autre intérêt : les poissons lanterne sont très sensibles aux modifications des caractéristiques thermiques de la couche supérieure de l'océan.

Grâce à l'utilisation de balises Argos, nous avons établi que les déplacements en mer des manchots indiquent la localisation des zones où se concentrent les poissons lanternes. Ainsi durant l'été, les manchots royaux des îles Crozet se dirigent surtout vers les eaux du front polaire, frontière qui sépare les principales masses d'eau de l'océan Austral, à quelque 400 kilomètres au Sud de Crozet. Les eaux antarctiques froides y plongent sous les eaux subantarctiques plus chaudes. Les manchots royaux s'alimentent préférentiellement sur le front polaire, où abondent les poissons lanternes. Accessoirement, ils vont se nourrir vers une autre zone frontale, le front subantarctique, située à 350 kilomètres au Nord-Est de Crozet, lieu de la rencontre des eaux subantarctiques fraîches et des eaux chaudes subtropicales.

Partant en mer pour un voyage durant habituellement de 7 à 20 jours, ils suivent dès leur départ un cap assez constant. Après une phase de nage à vitesse soutenue (entre 5 et 12 kilomètres par heure) dans les premiers kilomètres, ils enchaînent des plongées profondes durant quatre à huit minutes, alternant avec de brèves respirations en surface. De jour, leur activité de plongée et de nage est quasi ininterrompue, à des profondeurs le plus souvent comprises entre 100 et 250 mètres. La stratégie de ces prédateurs consiste à ajuster en permanence leur angle de descente

en plongée afin de prospecter au mieux les grandes profondeurs, tout en avançant rapidement vers la zone frontale où les eaux froides et les eaux chaudes se rencontrent et où les proies abondent. Ils passent ainsi plus de la moitié du temps sous l'eau, en plongées de déplacements ou de prospection alimentaire.

La recherche active des proies, reflétée par le nombre des plongées, la proportion du temps passé à plonger et la distance parcourue verticalement par les oiseaux, augmente dans la zone du front polaire, où les manchots séjournent environ deux jours. Le retour vers la colonie a lieu en trajectoire directe, en deux jours de nage continue, aussi bien de jour que de nuit.

L'étude d'un autre prédateur plongeur, l'otarie à fourrure subantarctique, menée par l'équipe de Christophe Guinet, du Centre CNRS d'études biologiques de Chizé, a montré une stratégie similaire. Ces otaries (qui sont des mammifères) semblent aussi bénéficier d'une connaissance précise des zones d'alimentation les plus profitables : elles se dirigent directement vers leur zone de pêche. À Kerguelen, les otaries ne commencent leurs plongées qu'après avoir franchi la bordure du plateau de l'archipel dans les eaux à l'Est du front polaire, où la productivité marine est la plus forte.

En Antarctique, les manchots empeureurs explorent activement les pentes du plateau sous-marin, dans les aires dégagées des glaces. Dans ces zones où la répartition des ressources est également prévisible, ils explorent méthodiquement les fonds en plongeant entre 150 et 300 mètres de profondeur.

Les séries de chalutages réalisés dans la zone frontale polaire à l'Est de Kerguelen par le navire *La Curieuse* ont confirmé le potentiel bio-indicateur des manchots et des otaries. L'analyse des bols alimentaires rapportés par les manchots à leur poussin (essentiellement des poissons lanternes) a fourni des informations biologiques similaires à celles issues des pêches scientifiques menées par le navire dans la zone de pêche de ces prédateurs, dont les déplacements étaient suivis par satellite. Prédateur opportuniste, le manchot ne sélectionne pas ses proies en fonction de leur taille, mais capture les individus les plus abondants. Nous avons évalué les classes de tailles et d'âges des poissons les plus nombreux dans la zone pélagique étudiée en analysant le bol alimentaire des manchots. Nous avons mesuré le diamètre des otolithes retrouvées dans ce bol alimentaire (les otolithes sont de petites concrétions calcaires de l'oreille interne des poissons, qui résistent à la digestion). La taille des otolithes dépend de l'âge et de la taille des poissons, de sorte que nous déterminé les classes d'âges les plus représentées dans la zone pélagique de Kerguelen.

La capture des proies en mer

Le bol alimentaire rapporté reflète surtout le dernier repas de l'oiseau avant son retour à la colonie, mais ce repas intervient au grand large, et l'oiseau ne s'alimente quasiment pas au cours de son retour à la colonie : c'est bien le reflet de la constitution de la zone de pêche.

Pour pouvoir utiliser les prédateurs en mer comme des bio-indicateurs des ressources océaniques, on doit connaître non seulement les déplacements des prédateurs pour savoir à quel endroit et à quelle profondeur ils s'alimentent, mais aussi déterminer la fréquence de capture de ses proies. On a d'abord tenté d'utiliser une sonde de température placée avec précaution dans l'estomac de grande taille (jusqu'à trois litres) des oiseaux : on estime que la température stomacale diminue lors de l'ingestion des proies capturées dans les eaux froides. Toutefois, la précision de cette méthode dépend du remplissage de l'estomac, de la taille des proies et de la température abdominale, qui baisse au cours des plongées à grande profondeur. Avec la