

est souvent nourri, mais défavorables aux adultes, qui consomment leurs réserves énergétiques ; celles-ci sont restaurées au cours des voyages longs (voir la figure 6). Les pétrels à menton blanc capturent des poissons sur le plateau de Crozet pendant les trajets courts, et pêchent, pendant les trajets longs, du krill antarctique (des bancs de petits crustacés de l'espèce *Euphausia superba*) que le retrait progressif de la glace de mer rend accessible à des milliers de kilomètres au Sud. Ces différentes manières d'une même espèce d'exploiter l'environnement marin illustrent le compromis adaptatif entre l'investissement parental et la condition physique, donc la survie, des adultes reproducteurs.

Lors de leurs voyages alimentaires, les albatros, les pétrels et les manchots effectuent soit des trajets directs vers un endroit précis où ils passent l'essentiel de leur temps avant de retourner rapidement à la colonie, soit des trajets en boucle qui ne privilégient aucune zone particulière. Ils utilisent pré-

férentiellement les endroits de forte productivité marine tels que les bords des plateaux continentaux et les fronts océaniques. Lors de leurs déplacements, les oiseaux tiennent également compte de la météorologie. Les grands albatros (*Diomedea exulans*) de Crozet volent le plus souvent par vent arrière ou trois quarts arrière. Ils parcourent ainsi jusqu'à plus de 900 kilomètres par jour sans dépenser beaucoup d'énergie. Les albatros sont également sensibles au nyctémère, c'est-à-dire à l'alternance du jour et de la nuit. Ils volent surtout le jour et les nuits de pleine lune, et profitent des nuits sombres pour se reposer.

Un appétit d'oiseau

Le suivi satellitaire nous indique le trajet des oiseaux, mais ne nous renseigne pas sur les rythmes d'alimentation et sur les quantités de proies ingérées. Rory Wilson, de l'Institut d'océanographie de Kiel, a mis au point des capteurs électroniques qui enregistrent la température de l'estomac (voir la figure 4). Les oiseaux sont homéothermes, c'est-à-dire que la température de leur corps est maintenue constante quelles que soient les conditions extérieures, alors que leurs proies, hétérothermes, sont à la température de l'eau de mer dans laquelle elles vivent. Ainsi, à chaque ingestion de proies, la température stomacale du prédateur diminue. La durée

du retour à la température initiale est proportionnelle à la masse des proies : grâce à la mesure de cette température stomacale, on détermine la quantité de nourriture ingérée.

Fixés à une patte, d'autres capteurs d'activité indiquent quand l'oiseau est posé ou en vol, et la température des masses d'eau prospectées. Toutefois, à la différence des balises Argos, ces appareils stockent les données dans une mémoire électronique sans les transmettre : l'animal équipé doit donc être recapturé, et la mémoire de l'appareil transmise à celle d'un ordinateur pour obtenir les informations enregistrées.

Avec, d'une part, ses trois mètres d'envergure pour une masse corporelle de huit à douze kilogrammes et, d'autre part, sa docilité, le grand albatros est l'animal le plus étudié à ce jour. Cette espèce se nourrit d'organismes de grande taille dont on mesure facilement le nombre et la masse. Pendant les trajets en boucle de plusieurs milliers de kilomètres au-dessus des eaux océaniques, les albatros capturent une quarantaine de proies, soit 10 à 15 kilogrammes ingérés (environ deux à trois kilogrammes par jour). En moyenne, ils restent 60 pour cent de leur temps en vol et se nourrissent majoritairement pendant la journée.

Les remarquables performances des oiseaux et des mammifères marins dépendent de leurs facultés de localisation et de capture des proies. Quel est le menu de ces prédateurs ? Deux écueils limitent sa détermination : d'une part, le retour des animaux à terre uniquement pour la reproduction restreint la collecte directe des proies à cette période de l'année ; d'autre part, les éléments recueillis, tels les contenus stomacaux ou les fèces, sont digérés. L'identification des proies n'est alors possible que par l'analyse des restes résistant à la digestion, tels les otolithes (des petites concrétions de calcaire logées dans l'oreille interne qui participent, chez les vertébrés, au sens de l'équilibre), les squelettes des poissons osseux, les béc cornés des céphalopodes et les carapaces des crustacés (voir la figure 3).

L'essentiel de l'alimentation des oiseaux et mammifères marins est constitué de poissons, de calmars et de crustacés. Autour du continent antarctique, le krill est la proie privilégiée des prédateurs, cependant, nous avons mis en évidence l'importance d'autres organismes dans le réseau alimentaire autour des archipels de Cro-



2. LES TERRES AUSTRALES ET ANTARCTIQUES FRANÇAISES, composées de la Terre-Adélie sur le continent antarctique, ainsi que des îles Crozet, Kerguelen, Amsterdam et Saint-Paul, abritent de nombreuses colonies de prédateurs marins tels les albatros.

zet et Kerguelen : ce réseau est dominé par d'autres espèces d'euphausiacés, par le crustacé amphipode *Themisto gaudichaudii* et par les poissons-lanternes (ces poissons océaniques de la famille des myctophidés émettent de la lumière par des organes nommés photophores disposés le long de leur corps). Ces derniers, dont l'importance n'est reconnue que depuis une dizaine d'années, constituent environ le tiers des cinq millions de tonnes de ressources marines consommées annuellement par les communautés d'oiseaux et de mammifères des îles Crozet et Kerguelen.

Nous avons également montré que les grands albatros exploitent une ressource originale de l'océan Austral : les calmars adultes de la famille des *Onychoteuthidae*, qui meurent après s'être reproduits ; moins denses que l'eau, ils remontent alors progressivement à la surface et deviennent ainsi accessibles aux albatros. Le suivi satellitaire a montré qu'une zone où les oiseaux concentrent leur activité de recherche alimentaire, sur le bord Sud-Est du plateau qui entoure l'archipel Crozet, est une zone de reproduction privilégiée de ces calmars.

Des plongeurs émérites

Alors que les albatros et les pétrels se nourrissent en surface, les manchots, les pingouins, les cormorans et les mammifères marins plongent pour capturer leurs proies. Leur comportement de pêche échappe ainsi à l'observation visuelle, et les rares données disponibles émanaient d'individus pris

dans des filets ou, pour les cachalots, dans des câbles sous-marins.

Dans les années 1980, Gerald Kooyman, de l'Institut océanographique Scripps de San Diego, a mis au point et utilisé des enregistreurs électroniques de plongée pour les phoques et pour les otaries, puis pour les manchots. Ces appareils sont dotés d'un capteur de pression qui indique la profondeur et, parfois, d'une turbine qui mesure la vitesse de nage des animaux. Les enregistreurs sont le plus souvent collés sur le dos des oiseaux et des mammifères marins, qui doivent être recapturés afin de récupérer les appareils : ces derniers livrent alors des informations telles que la profondeur de chaque plongée, sa durée, le temps de récupération en surface et les vitesses descendante et ascendante. Plus la fréquence d'acquisition des données est élevée, plus les caractéristiques des plongées sont définies avec précision.

Yann Tremblay, du Centre d'études biologiques de Chizé, a ainsi mis en évidence deux nouveaux types de comportement alimentaire chez les manchots : d'une part, les plongées synchrones de plusieurs individus indiquent qu'ils sont capables de chasser en groupe et, ainsi, de coopérer pour optimiser la capture de proies (voir *Les manchots*, par Yann Tremblay et Yves Cherel, rubrique « Perspectives scientifiques », *Pour la Science*, octobre 1998) ; d'autre part, ces oiseaux effectuent aussi bien des plongées pélagiques, en pleine eau, que des plongées benthiques, c'est-à-dire juste au-dessus du fond.



3. LES OTOLITHES sont des petites concrétions calcaires, qui, dans l'oreille interne, participent du sens de l'équilibre. Ils résistent à la digestion et renseignent sur le régime alimentaire des prédateurs marins dont on analyse le contenu de l'estomac.



4. LES GRANDS ALBATROS se prêtent de bonne grâce à l'étude de leurs stratégies alimentaires : ils sont suivis en vol grâce à des balises Argos (flèche à gauche) fixées sur leur plumage (à droite, en haut). De plus, des sondes stomacales enregistrent le moment de l'inges-

tion et la quantité de proies avalées. Pour s'assurer de la présence de ces sondes stomacales qui sont parfois régurgitées, on utilise un détecteur de métal (à droite, au centre). L'état nutritionnel de ces oiseaux est suivi par des pesées régulières (à droite, en bas).