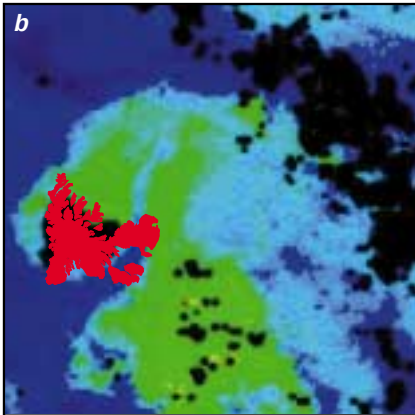
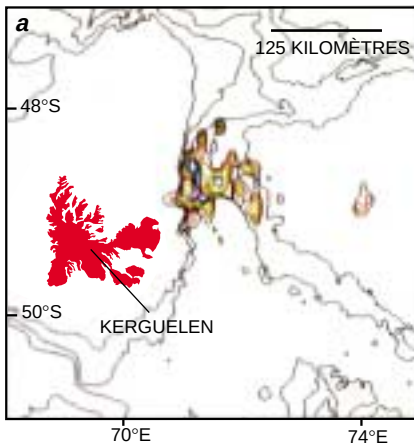




5. LES SITES DE PÊCHE des otaries à fourrure (*en haut*) ont été identifiés à l'aide de balises Argos et d'enregistreurs de plongée (les lignes de couleurs indiquent, du rouge vers le bleu, la densité croissante de ces animaux). L'imagerie satellitaire (*en bas*) montre qu'ils choisissent des zones riches en chlorophylle (*en vert*) dues à la présence de plancton végétal : celui-ci est ingéré par le plancton animal que capture les poissons-lanternes myctophidés, les proies favorites des otaries.



6. LES PÉTRELS À MENTON BLANC (a), qui nichent sur l'archipel de Crozet, adoptent des trajets alimentaires différents selon que leurs œufs ont éclos ou non : lors de l'incubation, ils prospectent les eaux au large de l'Afrique du Sud, alors que pendant l'élevage du poussin, ils alternent les trajets courts, favorables au poussin, autour de l'archipel et les trajets longs vers le Sud, pour reconstituer leurs réserves énergétiques (b).

Les capacités de plongée des oiseaux et des mammifères marins ont été largement sous-estimées. Par exemple, le manchot empereur (*Aptenodytes forsteri*), la plus grande espèce de manchots, plonge couramment à 400 mètres de profondeur pendant quatre à cinq minutes. Les meilleures performances connues sont celles des deux espèces d'éléphants de mer qui se reproduisent en Californie (*Mirounga angustirostris*) et dans l'Océan austral (*Mirounga leonina*) : lors de voyages alimentaires qui durent plusieurs mois, ces phocidés passent plus de 90 pour cent de leur temps submergés, et ne remontent à la surface que pour respirer. Ils effectuent en moyenne 2,5 plongées par heure, entre 250 et 600 mètres de profondeur, pendant 15 à 40 minutes, et le temps moyen passé en surface entre deux plongées est seulement de deux minutes.

L'équipe de Burney Le Bœuf, de l'Université de Californie à Santa Cruz, a montré que les deux sexes de l'espèce Nord-américaine prospectent des zones différentes et très éloignées des îles où ils se reproduisent : les mâles migrent de la Californie en remontant vers le Nord le long du talus continental jusqu'aux îles Aléoutiennes, où ils effectuent majoritairement des plongées benthiques. En revanche, les femelles plongent au-dessus des grands fonds, dans des zones très étendues du nord de l'océan Pacifique.

Les difficultés techniques et logistiques liées au mode de vie exclusivement marin ont limité les travaux sur les cétacés. Toutefois, une étude canadienne a révélé les capacités de deux baleines à bec : ces hyperoodons boréaux (*Hyperoodon ampullatus*) plongent régulièrement dans un canyon sous-marin à plus

de 800 mètres de profondeur et atteignent 1 450 mètres lors d'une plongée de 70 minutes ; ces animaux ont des habitudes de plongée supérieures à celles des cachalots qui s'alimentent en routine «seulement» de 400 à 600 mètres de profondeur.

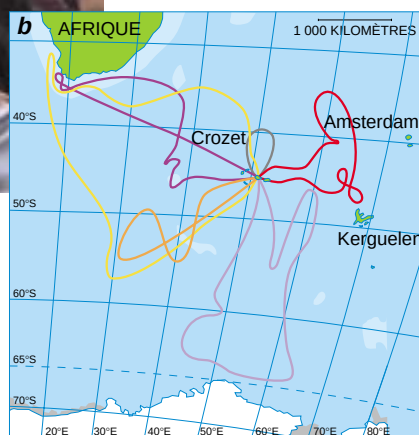
Par ailleurs, la mise au point de systèmes vidéo miniaturisés nous renseigne également sur l'écologie des prédateurs marins. Par exemple, les éléphants de mer, les dauphins et les phoques arrêtent de nager lorsqu'ils atteignent une certaine profondeur, et continuent alors la descente passivement pendant le reste de la plongée : ils réduisent ainsi leur dépense énergétique. Les images vidéo ont également détaillé un comportement insolite du phoque de Weddell (*Leptonychotes weddellii*) en Antarctique. En expulsant brutalement de l'air par ses narines dans les fissures de la glace, il chasse les poissons qui y sont réfugiés.

Des stratégies inconnues

Les capteurs électroniques ont d'abord permis la description des comportements de recherche alimentaire des prédateurs. Aujourd'hui, les résultats sont complétés par les méthodes classiques de travail dans les colonies de reproduction et par l'imagerie satellitaire : ils permettent ainsi une approche pluridisciplinaire et intégrative des interactions entre les prédateurs et le milieu marin qu'ils prospectent.

En collaboration avec Guy Duhamel, du Laboratoire d'ichtyologie du Muséum national d'histoire naturelle de Paris, et Charles-André Bost, du Centre d'écologie et de physiologie énergétiques de Strasbourg, nous avons comparé, à Kerguelen, le comportement alimentaire des otaries à fourrure (*Arctocephalus gazella*) et des manchots royaux (*Aptenodytes patagonicus*) avec celui des poissons myctophidés. Grâce à l'approche combinée d'études à terre pour équiper les animaux et de travaux en mer sur un navire océanographique, nous avons prélevé des poissons, après seulement quelques heures, là où les otaries et les manchots avaient été localisés par le système Argos et aux profondeurs indiquées par les enregistreurs de plongée embarqués.

Nous avons montré que ces animaux prédateurs utilisent des stratégies d'alimentation différentes et complémentaires pour exploiter les myctophidés. Les manchots royaux,





7. LES GORFOUS SAUTEURS (a), les albatros à bec jaune (b), les manchots royaux (c), les otaries à fourrure (d) et les éléphants de mer (e) dont on étudie le comportement alimentaire, sont également des auxiliaires océanographiques pour l'analyse des caractéristiques physiques et biologiques de l'océan Austral.

qui sont des prédateurs visuels, se nourrissent pendant la journée aux dépens de poissons regroupés en bancs serrés en profondeur, alors que les otaries femelles, plus aptes à voir la nuit et munies de vibrisses sensorielles, plongent exclusivement la nuit à de faibles profondeurs, où elles capturent les poissons qui migrent en surface pour se nourrir dès la nuit tombée.

Nous avons également reliés les techniques de pêche des prédateurs avec des paramètres d'océanographie physique, telles la bathymétrie et les températures de surface, et des paramètres biologiques, telles les données satellitaires de chlorophylle de surface et la répartition spatiale des myctophidés : nous avons ainsi déterminé les zones préférentielles d'alimentation des oiseaux et des otaries (voir la figure 5). Ces études nous renseignent sur la plasticité écologique des prédateurs selon les variations de leur environnement.

L'alliance de l'écologie et de l'électronique progressera encore dans les années à venir ; elle dépasse déjà l'étude des seuls oiseaux et mammifères marins. L'utilisation d'appareils miniaturisés et la détermination du régime alimentaire permet de collecter des informations sur la biologie des proies elles-mêmes : les prédateurs deviennent alors des bio-indicateurs des ressources marines (voir *Oiseaux de mer bio-indicateurs*, par Yves Cherel, Henri Weimerskirch, Christophe Guinet et Pierre Jouventin, *Pour la Science*, juillet 1995). Ils peuvent également recueillir

à moindre coût des informations précieuses en océanographie physique.

À partir des données acquises sur des grands albatros de Crozet équipés de balises Argos et d'enregistreurs de température à la patte, on a reconstitué une carte des températures de surface du sud de l'océan Indien, dans une zone où les mesures *in situ* nécessaires à la validation des données satellitaires sont rares et coûteuses à obtenir.

De même, par leur capacité de plongée et leurs longs voyages alimentaires, les éléphants de mer sont de bons auxiliaires pour échantillonner les paramètres physiques dans les 1000 premiers mètres de la colonne d'eau, tels que la température, mais aussi, avec la mise au point de nouveaux capteurs, la salinité et la concentration en chlorophylle.

Les nouveaux moyens d'étude des prédateurs marins apportent des infor-

mations importantes pour leur conservation. Les populations d'albatros et de pétrels de l'hémisphère Sud déclinent, car les oiseaux se blessent avec les appâts des palangres, ces lignes de fond munies de cordelettes aux extrémités desquelles sont fixés des hameçons. Lors de la mise à l'eau des lignes, les palangriers tuent ainsi, chaque année, plusieurs dizaines de milliers d'oiseaux en haute mer et près des côtes. La localisation satellitaire indique les zones marines à protéger prioritairement. Elle met en évidence une fois de plus le besoin d'une législation internationale au-delà des eaux nationales et des zones d'intérêt économique qui ne couvrent souvent qu'une petite partie des zones d'alimentation des oiseaux. Ceux-ci sont protégés sur leurs zones terrestres de reproduction, mais pas en haute mer.

Yves CHEREL, Christophe GUINET et Henri WEIMERSKIRCH sont écologues au Centre d'études biologiques de Chizé, du CNRS (www.cebc.cnrs.fr).

R. GENTRY et G. KOOYMAN, *Fur Seals. Maternal Strategies on Land and at Sea*, Princeton University Press, 1986.
B. LE BŒUF et R. LAWS, *Elephants Seals. Population Ecology, Behavior and Physiology*, University of California Press, 1994.

R. WILSON, *Foraging Ecology*, in *The Penguins*, pp. 81-106, Oxford University Press, 1995.

G. ROBERTSON et R. GALES, *Albatross Biology and Conservation*, Surrey Beatty and Sons, 1998.

H. WEIMERSKIRCH, Y. CHEREL, F. CUENOT-CHAILLET et V. RIDOUX, *Alternative Foraging Strategies and Resource Allocation by Male and Female Wandering Albatrosses*, in *Ecology*, vol. 78, pp. 2051-2063, 1997.

T. WILLIAMS, R. DAVIS, L. FUIMAN, J. FRANCIS, B. LE BŒUF, M. HORNING, J. CALAMBOKIDIS et D. CROLL, *Sink or Swim : Strategies for Cost-efficient Diving by Marine Mammals*, in *Science*, vol. 288, pp. 133-136, 2000.