

équations couplées qui décrivent le mouvement de nombreux objets soumis à leur attraction gravitationnelle mutuelle. Cette approche a élucidé ce qui se passe dans les amas ouverts après la contraction initiale génératrice d'étoiles et nous a apporté un éclairage inattendu sur les forces régissant l'expansion des amas.

Bien que les amas ouverts soient stables, ils ne sont pas statiques. L'attraction mutuelle de leurs étoiles crée un brassage lent et constant, les étoiles parcourant des orbites qui s'entrecroisent. Des simulations à N corps décrivent ce ballet induit par la gravité. Il y a plusieurs années, avec Joseph Converse, maintenant à l'Université de Tolède, nous avons emprunté cette voie numérique pour élucider l'histoire de l'amas ouvert des Pléiades. Il s'agissait de deviner une configuration initiale de l'amas, puis de la laisser évoluer pendant 125 millions d'années. Nous avons comparé l'amas simulé obtenu avec son homologue réel, et nous avons ajusté les conditions initiales jusqu'à ce que la simulation à N corps produise un amas qui ressemble à la réalité.

Nous avons été surpris. Il semble que tout en restant lié par la gravitation, l'amas des Pléiades n'a cessé de se dilater régulièrement depuis que son nuage s'est dispersé. Les étoiles s'éloignent lentement les unes des autres. Ce résultat est en contradiction avec les analyses antérieures, qui suggéraient que les étoiles des amas ouverts se répartiraient peu à peu en un cœur d'étoiles massives et une enveloppe externe d'étoiles plus légères. Ce schéma de ségrégation, nommé relaxation dynamique, décrit habituellement l'évolution temporelle des amas liés par la gravitation. C'est ainsi, par exemple, que se comportent les amas globulaires. Mais même quand nous laissons tourner notre simulation 900 millions d'années dans le futur, l'expansion se poursuit de façon uniforme.

Ce résultat indique que l'analyse classique aurait omis un facteur critique dans l'équilibre des forces qui déterminent l'évolution des amas. À quoi est due cette expansion uniforme des amas ouverts ? Les étoiles binaires semblent être la clef du processus. Ces paires de compagnons proches en orbite l'un autour de l'autre sont très fréquentes dans les groupes d'étoiles. Au milieu des années 1970, Douglas Heggie, maintenant à l'Université d'Édimbourg, en Écosse, a étudié l'impact d'une troisième

étoile s'approchant d'un système binaire. Les simulations numériques montrent que les trois astres entament un ballet compliqué au terme duquel le plus léger des trois est éjecté à grande vitesse. L'étoile qui s'échappe rencontre bientôt d'autres membres de l'amas et leur communique une partie de son énergie, ce qui augmente la vitesse orbitale des étoiles. Dans nos simulations à N corps, c'est l'énergie de ces rencontres successives qui entraîne l'expansion de l'amas ouvert, un phénomène cependant si lent qu'il passe inaperçu aux yeux des astronomes.

Des mystères qui persistent

Ainsi, les différents travaux semblent confirmer l'hypothèse que la masse initiale du nuage moléculaire détermine la structure de l'amas et son évolution. Mais certains aspects de la théorie restent à vérifier. Par exemple, une observation montrant l'expansion uniforme des amas ouverts serait cruciale.

Les résultats mettent aussi en lumière les nombreuses lacunes dans nos connaissances sur les amas d'étoiles. Nous n'avons pas encore les outils pour modéliser la façon dont certaines régions des nuages précurseurs deviennent assez denses pour former des étoiles. Et plusieurs décennies d'observations dans les domaines radio et infrarouge n'ont pas permis de révéler les mouvements au sein de ces nuages. La phase de naissance des groupes stellaires (qui se déroule au sein de l'épaisse poussière des amas enfouis) reste enveloppée de mystère. En outre, il faut encore évaluer le rôle exact des vents stellaires.

Néanmoins, le modèle d'équilibre des forces que mes collègues et moi avons développé peut aider à obtenir davantage d'informations sur la phase primordiale des amas et la dynamique du nuage de gaz.

L'impact de ces recherches pourrait s'étendre bien au-delà des amas eux-mêmes. Certains astronomes pensent par exemple que le Soleil s'est formé au sein d'une association OB très peuplée et que la présence proche d'étoiles voisines a perturbé le disque environnant de gaz et de poussière, ce qui a façonné le Système solaire. Les nuages moléculaires qui engendrent des amas pourraient même influencer sur l'évolution globale du milieu interstellaire et des galaxies. ■

■ BIBLIOGRAPHIE

S. W. Stahler, **The birth and death of star clusters in the Milky Way**, *Physics Today*, vol. 65, n° 10, pp. 46-52, 2012.

J. M. Converse et S. W. Stahler, **The dynamical evolution of the Pleiades**, *MNRAS*, vol. 405, pp. 666-680, 2010.

S. W. Stahler et F. Palla, **The Formation of Stars**, Wiley-VCH, 2004.

C. R. O'Dell, **The Orion Nebula : Where Stars Are Born**, Belknap Press/Harvard University Press, 2003.

C. J. Lada et E. A. Lada, **Embedded clusters in molecular clouds**, *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, vol. 41, pp. 57-115, 2003.

Les **g**rands albatros vautours des mers

D. Grémillet, A. Prudor, Y. Le Maho et H. Weimerskirch

Le plus grand oiseau de la planète passait
pour un pêcheur. C'est en réalité un charognard
des mers, ont découvert les biologistes.



L'ESSENTIEL

■ Le grand albatros est un oiseau de l'océan Antarctique, où il niche sur les rares îles et se nourrit en mer.

■ On savait qu'il trouvait sa nourriture au cours de voyages solitaires en mer, mais on ignorait comment exactement.

■ Une étude récente montre qu'il digère ses proies grâce aux mêmes adaptations physiologiques que les vautours.

■ Son intérêt pour les déchets de pêche explique sa propension à suivre les bateaux, ce qui le met aujourd'hui en danger.

© Frans Lanting/Corbis

1. CE GRAND ALBATROS est venu se reproduire sur une île de l'océan Antarctique, où il parade devant une femelle en faisant étalage de sa grande taille.

Les grands albatros, nommés aussi albatros hurleurs (*Diomedea exulans*), sont en effet « vastes » comme l'écrit Charles Baudelaire. Leur envergure peut dépasser trois mètres ! Cette imposante voilure fait d'eux les plus grands oiseaux vivants. Elle leur permet de transporter 7 à 12 kilogrammes de plume, de chair et d'os au-dessus des flots de l'océan Austral, là où aucune terre ne vient ralentir les bourrasques des 40° rugissants et des 50° hurlants. Dans ces vents toujours violents, qui dépassent souvent les 100 kilomètres par heure, les albatros pratiquent le vol plané dynamique, qui tire profit des courants ascendants créés par le dos des vagues. Sans un battement d'ailes, leur métabolisme quasiment au repos, isolés du froid, de la pluie et de la neige par un épais plumage blanc agrémenté chez les jeunes de gris, les grands albatros parcourent ainsi des dizaines de milliers de kilomètres. Au bout d'un an, ils ont parfois accompli l'équivalent de plusieurs tours de la Terre !

D'une longévité proche de la nôtre, ces oiseaux ne se reproduisent qu'après dix ans, couvent deux mois et demi et n'élèvent qu'un poussin tous les trois ans, qui restera au nid plus d'une année avant de prendre son envol. Les grands albatros ne semblent vieillir qu'à partir de la quarantaine et peuvent vivre plus de 80 ans. Cela implique que pour observer un individu toute sa vie, de l'éclosion de son œuf jusqu'à sa mort en mer, plusieurs... carrières de chercheurs sont nécessaires !

Aussi n'est-il pas étonnant que la vie en mer des albatros soit longtemps restée mystérieuse, à commencer par leur façon de se nourrir. Toutefois, la science avance. En équipant d'instruments certains des grands albatros qui nichent sur l'île de la Possession dans l'archipel de Crozet, dans le Sud de l'océan Indien, nous venons de confirmer qu'ils ont les mêmes habitudes alimentaires et les mêmes adaptations physiologiques que les vautours.

Avant d'expliquer comment nous avons reconnu la nature charognarde des grands albatros, il nous faut attirer l'attention sur un point commun à tous les prédateurs mobiles. Ce type de prédateurs comprend par exemple le grand requin blanc, les rapaces, le guépard, etc. Leur performance

prédatrice est principalement déterminée par la disponibilité des proies dans l'espace et dans le temps. Sous la pression de la sélection naturelle, les prédateurs mobiles ont développé une variété étonnante de stratégies afin de se nourrir : poursuite, tromperie, nécrophagie, etc.

Lorsque les ressources sont abondantes, ou que la proie est de très grande taille par rapport au prédateur, ce n'est plus le talent de chasseur de ce dernier qui limite l'acquisition de matière et d'énergie, mais le volume de l'estomac et sa capacité à digérer les aliments. On parle alors de goulot d'étranglement digestif ; c'est ainsi que le lion repu abandonne la carcasse du gnou aux hyènes et chacals. Plus l'estomac est grand, plus le prédateur peut stocker vite des volumes importants de nourriture afin d'échapper à ses compétiteurs.

Cette stratégie dite du boa est toutefois limitée par la taille de l'espèce : la baleine bleue peut aisément supporter un estomac de 1 000 litres, bien plus grand que celui d'une musaraigne... Une fois ingérée, la nourriture doit être digérée, assimilée et les résidus rejetés dans la nature afin de céder

*Souvent, pour s'amuser, les hommes d'équipage
Prennent des albatros, vastes oiseaux des mers,
Qui suivent, indolents compagnons de voyage,
Le navire glissant sur les gouffres amers.*

Charles Baudelaire,
L'albatros (*Les fleurs du mal*, 1859)

la place à de nouveaux aliments et d'éviter d'alourdir l'animal. Les grands félins tels que les lions ou les tigres ne craignent aucun prédateur autre que l'homme et s'octroient donc de copieuses siestes post-prandiales (après leurs repas). Ce n'est cependant pas la règle et bien d'autres espèces sont contraintes de rester actives et de digérer le plus rapidement possible.

Les oiseaux, tout particulièrement, doivent limiter leur masse corporelle, pour pouvoir décoller ; après un festin de charogne, même le plus ventru des vautours doit pouvoir prendre son envol. En sus d'un vaste estomac très musculeux permettant de stocker et brasser la nourriture, les vautours ont donc des sucs digestifs très corrosifs : de pH égal à 1,5, ils sont presque aussi acides que l'acide chlorhydrique. Ces sucs rendent possible la dégradation chimique rapide de la nourriture et activent les enzymes responsables de la digestion des protéines (la protéolyse).

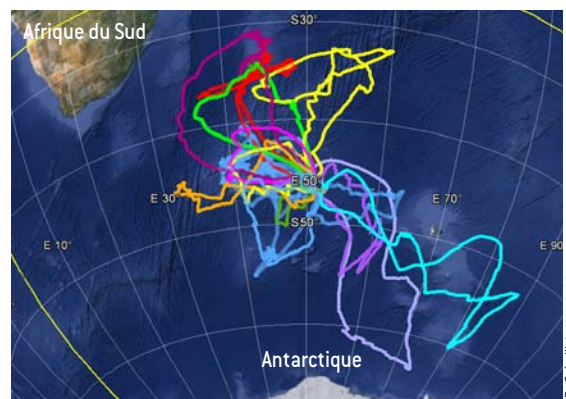
Les grands albatros ont bien des points communs avec les vautours. Leur taille imposante leur permet de dominer largement les curées au cours desquelles ils disputent leur pitance à d'autres oiseaux marins, tels que les pétrels à menton blanc ou les albatros à sourcils noirs : lorsque les grands albatros surgissent, tous s'écartent par crainte d'un puissant coup d'aile ou de bec. L'estomac de ces oiseaux ayant une capacité d'au moins trois litres, ils peuvent stocker des proies pesant jusqu'à un tiers de leur propre poids.

La prédation, un problème d'estomac

Leur stratégie alimentaire est, comme celle des vautours, adaptée à la recherche d'une ressource abondante en quantité (une charogne, par exemple), mais très dispersée dans l'espace et dans le temps. Si le territoire de chasse des vautours est généralement déjà très vaste (plusieurs centaines de kilomètres carrés), celui des grands albatros est immense ; pour les albatros qui nichent dans l'archipel de Crozet, on l'estime à 10 millions de kilomètres carrés, c'est-à-dire 20 fois la France.

La théorie de l'approvisionnement optimal prévoit qu'en présence d'une ressource aussi aléatoire et dispersée, le prédateur doit consommer un maximum de nourriture dès qu'elle est disponible. Il est donc logique que, comme les vautours, les albatros se gorgent de proies en toute occasion. Cette prédation ayant lieu en haute mer, tout n'est pas connu du régime alimentaire des grands albatros ; les oiseaux digèrent généralement les proies avant de revenir au nid, ne laissant que quelques indices aux chercheurs qui étudient leurs contenus stomacaux.

Heureusement, certains sont tangibles : par exemple, les calmars sont pourvus d'un bec corné indigeste et l'accumulation de ces becs dans l'estomac des albatros indique qu'ils représentent l'une de leurs principales proies. Les enregistrements de capteurs électroniques posés sur les oiseaux montrent par ailleurs que ces calmars sont généralement capturés de jour et en surface. Cela signifie qu'ils sont très probablement morts ou moribonds, car quand ils sont vivants, ils ne s'approchent pas de la surface pendant la journée. À ces calmars, dont certains pèsent plusieurs kilogrammes, viennent s'ajouter des carcasses de poissons et d'autres oiseaux morts en mer.



2. LES DÉPLACEMENTS DES GRANDS ALBATROS en quête de nourriture pendant la période d'incubation sont impressionnants. Partant de l'archipel des Crozet [sur la troisième illustration, une des îles], ces grands oiseaux pélagiques planent au gré des vents des semaines durant, dans des directions étonnamment diverses [ci-dessus, leurs trajectoires]. Pour parcourir de telles distances, ils sont capables de voler sans efforts, voire en état de somnolence, et de se reposer posés sur les flots déchaî-

■ LES AUTEURS

David GRÉMILLET, écologue, est directeur de recherche au Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (CEFE) du CNRS à Montpellier. Il est aussi responsable du programme 388 de l'Institut polaire français Paul-Émile Victor.

Aurélien PRUD'OR, ornithologue, travaille sur le terrain avec les équipes du CEFE de Montpellier et du Centre d'études biologiques de Chizé (CEBC).

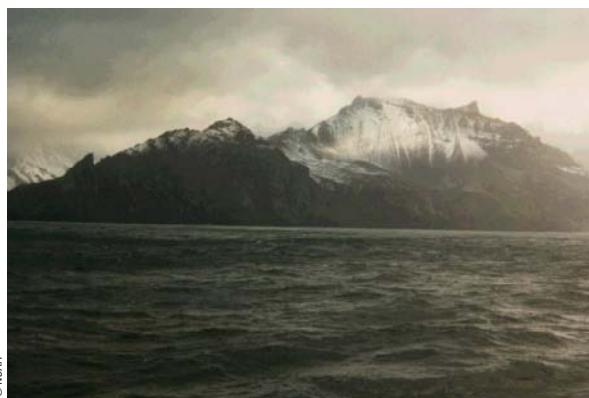
Yvon LE MAHO, écophysiologiste, directeur de recherche au CNRS, travaille à l'Institut pluridisciplinaire Hubert Curien de Strasbourg. Il est aussi responsable du programme 137 de l'Institut polaire français Paul-Émile Victor.

Henri WEIMERSKIRCH, directeur de recherche au CNRS, est responsable du programme 109 de l'Institut polaire Français Paul-Émile Victor. Il dirige l'équipe d'écologie des oiseaux et mammifères marins au Centre d'études biologiques de Chizé (CEBC).

Par ailleurs, l'existence dans les eaux australes de grands stocks de légines (*Disostichus eleginoides*), poisson prédateur de grande taille vivant dans les profondeurs, y a suscité l'apparition de pêcheries industrielles. Ces activités visant à pourvoir les marchés nord-américains et asiatiques de ce poisson à la chair blanche et grasse sont soupçonnées de mener à une surexploitation des stocks de légines dans les eaux internationales. Elles attirent de nombreux palangriers dans les eaux exploitées par les grands albatros. Or on observe que ces géants des mers ne rechignent pas à consommer les abats de poissons rejetés par ces bateaux, complétant ainsi leurs orgies nécrophages.

Le grand albatros, charognard des mers ?

Tout porte donc à croire que les grands albatros sont en quelque sorte les vautours des mers. Dès lors, il est probable que leur estomac, comme celui des vautours, soit adapté à une digestion rapide de prises alimentaires massives. Pour tester cette hypothèse, nous avons entrepris d'étudier les cycles digestifs des grands albatros de l'île de la Possession. Nous avons conduit notre campagne entre janvier et mars de l'année 2011, c'est-à-dire pendant la période d'incubation. Mâles et femelles se relaient alors au nid pour couvrir un œuf unique de presque 500 grammes. L'un des deux partenaires part alors en mer pour une à trois semaines, tandis que le second reste au nid sans boire ni manger. Juste avant une relève, nous avons équipé le parent en



nés. Leurs divagations sont opportunistes : un albatros continue sa prospection en mer jusqu'à avoir ingéré suffisamment de calmars, de poissons et d'oiseaux morts pour se sustenter. Assez nourri pour pouvoir rester plusieurs semaines sans manger, il retourne ensuite à son nid.

D. Grémillet, CERC-CNRS



partance d'un dispositif GPS miniaturisé, qui enregistre la position de l'oiseau toutes les 15 minutes ; nous y avons adjoint une capsule stomacale enregistrant la température et le pH toutes les dix secondes (voir l'encadré page suivante).

À l'issue du voyage, nous avons détaché l'adhésif étanche qui maintenait le GPS sur le dos de l'oiseau, cette technique de fixation permettant de récupérer l'appareil sans endommager le plumage. Nous avons aussi récupéré les capsules enregistreuses grâce à un lavage d'estomac visant à la collecte d'éventuels restes de nourriture, tels que les becs de calmars. Ces procédures sont utilisées depuis plus de 20 ans chez les albatros et des études préalables ont montré qu'elles n'avaient pas d'incidence sur le comportement, la survie et le succès reproducteur des oiseaux ; elles ont aussi été validées par le comité d'éthique de l'Institut polaire français.

Les suivis par GPS de 40 grands albatros ont confirmé l'ampleur de certains de leurs voyages. Sur des périodes de neuf jours, ils ont parcouru 3 500 kilomètres en moyenne, s'éloignant parfois de 2 000 kilomètres des îles Crozet, aussi bien en direction de l'Afrique que de l'Antarctique (voir la figure 2). Ils ont effectué de larges boucles au gré des vents de l'océan Austral, mais aussi des voyages plus localisés entre l'archipel de Crozet et les îles du Prince Édouard, quelque 1 100 kilomètres à l'Est, ou bien à la périphérie du plateau des îles Crozet, dans un rayon de 250 kilomètres. C'est en bordure de ce plateau que se concentre aujourd'hui une partie importante des activités de pêche à la légine et on peut

■ BIBLIOGRAPHIE

C. Barbraud *et al.*, **Effects of climate change and fisheries bycatch on Southern Ocean seabirds : A review**, *Marine Ecology Progress*, vol. 454, pp. 285-307, 2012.

D. Grémillet *et al.*, **Vultures of the seas : Hyperacidic stomachs in wandering albatrosses as an adaptation to dispersed food resources, including fishery wastes**, *PLoS ONE*, vol. 7 [6], e37834, 2012.

H. Weimerskirch *et al.*, **Prey distribution and patchiness : factors in foraging success and efficiency of wandering albatrosses**, *Ecology*, vol. 86, pp. 2611-2622, 2005.

J. M. Diamond *et al.*, **Digestive physiology is a determinant of foraging bout frequency in hummingbirds**, *Nature*, vol. 320, pp. 62-63, 1986.

supposer que certains des grands albatros naviguant dans cette zone bénéficient de leurs déchets de pêche.

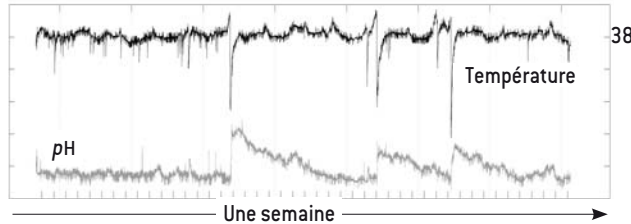
Deux des cinq grands albatros équipés de capsules stomacales ont régurgité les enregistreurs en mer. Cela confirme qu'ils peuvent, le cas échéant, très facilement se débarrasser de ce type d'appareils par le mécanisme naturel destiné à expulser des becs de calmars accumulés dans l'estomac et régurgités sous forme de pelotes. Un troisième oiseau a heureusement conservé son enregistreur tout au long d'un voyage d'une semaine et nous avons effectué des mesures complémentaires sur deux autres oiseaux à terre. Les résultats collectés représentent les premiers enregistrements couplés de température et de pH stomacal sur l'une des 130 espèces d'oiseaux de mer (dont tous les pétrels et les puffins) constituant l'ordre des Procellariiformes.

Mesurer le pH et la température de l'estomac

Ces mesures de la température de l'estomac des grands albatros nous ont permis de déterminer la fréquence des nourrissages. Ils sont en effet repérables par les baisses soudaines de la température stomacale lorsqu'une proie à la température de l'océan Austral (5 °C) pénètre dans l'estomac de l'albatros (40 °C). L'ampleur de cette baisse et le temps que l'albatros met à réchauffer la proie sont en outre proportionnels à la masse de celle-ci. Les mesures de la température stomacale chez l'albatros ayant voyagé en

UN ESTOMAC À L'ÉPREUVE DU CALMAR POURRI

Les grands albatros ingèrent des masses importantes de charognes marines, dont les plus fréquentes sont des calmars morts. Opportunistes comme tous les charognards, ils s'alimentent à des intervalles très irréguliers (voir ci-dessous) et souvent de façon importante, puisqu'une prise alimentaire peut atteindre trois kilogrammes. Afin de digérer rapidement cette masse de chairs, l'albatros est aidé par un milieu stomacal très acide : comme celui des vautours, le pH à l'intérieur de son estomac (1,5) est proche de celui de l'acide chlorhydrique ; c'est aussi le pH le plus bas jamais enregistré chez des oiseaux marins. Les sucs fortement corrosifs de l'estomac du grand albatros viennent donc rapidement à bout des chairs coriaces des calmars. L'oiseau peut alors reprendre sans attendre sa quête alimentaire.



Les enregistrements couplés de la température et du pH de l'estomac d'un grand albatros pendant un voyage d'une semaine révèlent sa stratégie digestive. Les chutes de la température stomacale correspondent à l'ingestion de proies : elles sont rares et de grande ampleur.



mer nous ont ainsi permis de confirmer qu'il se nourrit par intermittence, de façon très irrégulière, en prenant des proies dont la masse va de 100 à 1000 grammes (voir l'encadré ci-dessus).

Par ailleurs, nos mesures ont révélé des niveaux extrêmement bas de pH stomacal chez les grands albatros, puisque sa valeur moyenne est de 1,5 et que des minima de 0,5 peuvent être atteints. Cela démontre qu'à l'instar des vautours, les grands albatros ont bien un estomac assez acide pour assurer une puissante digestion chimique et favoriser la protéolyse. Pour comparaison, leur estomac est nettement plus acide que celui des manchots (pH égal à 2,6) ou celui des cormorans (pH égal à 5,7) étudiés à ce jour.

Ces résultats valident l'hypothèse que nous voulions mettre à l'épreuve : les grands albatros sont bien des vautours des mers, adaptés à la digestion rapide de repas copieux, mais imprévisibles. Les mesures de pH suffisent pour démontrer que les grands albatros ont bien un contenu stomacal très acide, comme les charognards.

Cependant, ces mesures n'ont été pratiquées que sur un échantillon limité. C'est pourquoi nous avons l'intention de répéter ces enregistrements, notamment au cours

d'autres phases que le cycle reproducteur des grands albatros, ainsi que chez d'autres espèces de Procellariiformes. En effet, un albatros nicheur devra revenir régulièrement au nid relayer son partenaire ou nourrir son poussin. Il ne voyagera donc pas à sa guise et sera contraint de digérer rapidement ses repas, ce dont il est capable, comme nous l'avons montré.

Attirés par les rejets de pêche

On peut supposer au contraire qu'un albatros non reproducteur pourra s'octroyer de longues pauses postprandiales, qu'il n'aura pas besoin de maintenir un milieu stomacal aussi acide et qu'il digérera les aliments plus lentement et plus efficacement. Par ailleurs, les différentes espèces de pétrels, albatros et puffins adoptent des régimes alimentaires très variés et consomment plancton, poissons et calmars, morts ou vifs : on peut donc s'attendre à ce que la digestion de plancton ingéré à petites doses sur une grande partie d'un voyage en mer ne nécessite pas un pH stomacal aussi bas que d'occasionnelles orgies de charognes.

Dans l'océan Austral, les bateaux de pêche rejettent chaque année des cen-

taines de milliers de tonnes de déchets : entrailles et carcasses de poissons, espèces non commercialisées ou individus de trop petite taille. Ces rejets attirent des foules d'oiseaux marins et, grâce à leur taille, à leur volumineux estomac au contenu très acide, les grands albatros sont les maîtres incontestables du recyclage express des rebuts de la pêche industrielle.

Cette stratégie comporte néanmoins un risque : à l'arrière des bateaux, les géants des mers côtoient aussi les hameçons des palangriers pêcheurs de légines, de thons ou de calmars. Ils tentent souvent de manger les appâts fixés aux hameçons des palangres et sont parfois eux-mêmes ainsi capturés, se noyant rapidement. Ces prises accidentelles ont entraîné une baisse très marquée des populations de grands albatros au cours des années 1970, les menaçant d'extinction. Grâce à de nouvelles pratiques de pêche mises en place au cours de la dernière décennie, la mortalité des Procellariiformes due aux pêcheries dans l'océan Austral a diminué. Le problème a été éliminé pour les grands albatros des eaux françaises avoisinant les îles Crozet et Kerguelen, mais les pêches à la légine pratiquées dans les eaux internationales et surtout les pêches thonières des eaux subtropicales demeurent des menaces sérieuses. ■

★ MUSÉE DU **QUAI BRANLY**
là où dialoguent les cultures



L'ETHNOLOGIE VA VOUS SURPRENDRE !

Deux jours pour explorer le XXI^e siècle

Conférences | Débats | Projections
Concerts | Visites spéciales...

Week-end
gratuit

www.quaibranly.fr

29 et 30 juin 2013

#WEEKENDETHNO

paris
ile-de-france
3

inRockuptibles

Libération

SCIENCES
AVENIR

cnrs
le journal

france
inter