

redécouverte par des marins hollandais, puis elle est oubliée jusqu'à ce que des commerçants de La Réunion demandent au gouvernement français d'en prendre possession, en 1843, ainsi que de sa voisine l'île Saint-Paul, afin qu'ils puissent exploiter les langoustes. En 1871, une famille réunionnaise s'installe sur l'île Amsterdam, mais elle en repart la même année abandonnant quelques bovins qui allaient se multiplier.

Le Malouin Nicolas Marion-Dufresne, capitaine de la Compagnie des Indes, voulait être le premier à explorer ce nouvel Eldorado, plus au Sud. Chargé de ramener à Tahiti un indigène qui avait suivi Louis Antoine de Bougainville jusqu'en France, il change de destination au décès de son passager, mais ne trouve que les îles Crozet. Dépit, il poursuit vers la Nouvelle-Zélande, où il est massacré par les Maoris, en 1772. Un mois après la mort de Marion-Dufresne, Yves de Kerguelen, officier de la Marine royale lancé dans cette «course au trésor», découvre l'archipel auquel on donnera son nom. À son retour à la Cour, il annonce un peu vite la découverte du fameux continent austral et de ses richesses entrevues. Il doit reconnaître son erreur après y être retourné deux ans plus tard et sa légèreté le conduit à la Bastille, d'où la Révolution française le sortira. L'explorateur anglais James Cook, alors qu'il est aussi en train de ramener un Tahitien chez lui, fait un crochet par l'île Kerguelen où il débarque à la fin de l'année 1776. Il en fait le tour... et la nomme île de la Désolation.

Les récits désillusionnés des découvreurs attirent pourtant une nouvelle vague d'aventuriers. Car l'abondance des éléphants de mer et des otaries dans ces îles subantarctiques vierges est devenue une source de profit à une époque où les villes s'éclairent à l'huile animale. Phoquières et baleiniers, souvent d'origine américaine, affluent et, en quelques dizaines d'années, les animaux marins sont menacés de disparition : les otaries s'éteignent pour une centaine d'années et les baleines sont menacées d'extinction par cette chasse industrielle. L'exploitation s'arrête entre 1930 et 1950 selon les régions, car la mise au point d'une huile minérale fait chuter les cours de ces richesses fragiles. Bien qu'elles soient dépourvues de richesses, ces îles du bout du monde n'ont pu rester à l'abri de la recherche du profit, mais, du moins, ont-elles conservé jusqu'à nos jours un patrimoine biologique unique au monde.

Autour des années 1950, une base permanente est mise en place par la France dans chacun des trois groupes d'îles des Terres australes et antarctiques françaises ainsi que sur l'archipel. Aujourd'hui, la recherche scientifique est la principale activité à terre et la pêche l'activité dominante en mer, mais, comme hier, la pression est grande sur les richesses biologiques, non par les sociétés françaises qui observent des quotas, mais par les pêcheurs sous pavillon de complaisance qui écument les eaux internationales, voire françaises.

La souveraineté de l'État français sur les îles de l'océan Indien est assurée par l'administration des Terres australes et antarctiques françaises, dont le siège est maintenant situé à La Réunion. Cet organisme, qui dispose d'une autonomie administrative et financière, est placé sous la tutelle du Secrétariat d'État à l'Outre-mer. La station Dumont D'Urville, en terre Adélie, est gérée par l'Institut français pour la recherche et la technologie polaires, un groupement d'intérêt public situé à Brest, dont la tutelle principale est le ministère de la Recherche.

L'Institut français pour la recherche et la technologie polaires constitue surtout une agence de moyens permettant aux laboratoires métropolitains de mener leurs recherches polaires et subpolaires en disposant de la lourde logistique nécessaire dans ces régions ; par exemple, un bateau ravitailleur de 120 mètres de longueur, le *Marion-Dufresne*, qui constitue aussi le plus grand navire océanographique français est à leur disposition. Dans chacun des quatre districts austraux (Kerguelen, Crozet, Amsterdam et terre Adélie), il existe une base à vocation scientifique. Depuis quelques années, l'Institut français pour la recherche et la technologie polaires anime aussi la recherche arctique, s'appuyant en particulier sur la base Jean Corbell, au Spitzberg, qui accueille depuis longtemps les chercheurs français, et dont les bâtiments ont été récemment rénovés.

La plus connue de ces îles est Kerguelen : sa superficie, égale à 7 000 kilomètres carrés, est comparable à celle de la Corse et sa longueur de côtes à celle de la France. Plus modeste dans ses dimensions, l'archipel Crozet (500 kilomètres carrés) est unique par sa richesse en oiseaux marins : 36 espèces s'y reproduisent, dont six espèces d'albatros et on y trouve 60 tonnes d'oiseaux par kilomètre carré, sans compter les éléphants de mer et les otaries !

Un patrimoine biologique unique, mais fragile

Comment peut-on expliquer la présence dans ces contrées rudes de la plus forte biomasse au monde ? Ces îles subantarctiques constituent les seules terres où viennent se reproduire les oiseaux et les mammifères marins qui se nourrissent sur les immensités océaniques environnantes, c'est-à-dire dans un rayon de 3 000 kilomètres à la ronde. Cette immense zone océanique est particulièrement riche : d'une part, les eaux froides sont très poissonneuses – c'est notamment le cas de l'océan Austral – et, d'autre part, trois fronts océaniques constituent des zones de contact entre masses d'eau de températures différentes ; cette configuration délimite quatre milieux marins qui abritent des proies abondantes et variées. Aussi toutes ces espèces de prédateurs marins les exploitent-elles, non seulement en surface, mais aussi en profondeur, de jour comme de nuit.

Dans les écosystèmes continentaux qui nous entourent, la matière organique se déverse par les fleuves, les terres enrichissant les mers. Dans les îles australes, c'est l'inverse. Les millions d'oiseaux et de mammifères qui se nourrissent dans les océans viennent se reproduire à terre et ils fertilisent les sols par leurs déjections, leurs mues et leurs cadavres.

Outre cette originalité de fonctionnement de ces écosystèmes insulaires, la faune et la flore sont très particulières, car ces îles océaniques jaillies du fond de l'océan ne sont accessibles que par l'eau ou par l'air. Les animaux et les plantes apportés par la mer ou par le vent ont évolué dans l'isolement, aussi ces communautés originales sont constituées de nombreuses espèces endémiques, c'est-à-dire qui n'existent qu'en cet endroit du monde. Comme les îles Galápagos ou Hawaï, ces sommets de volcans sous-marins sont des laboratoires de l'évolution.

Cette originalité a pour contrepartie une extrême fragilité, car l'introduction de rats, de chats, de chiens, de chèvres, de cochons ou de lapins bouleverse les équilibres établis

depuis des millénaires et se transforme en catastrophe écologique. À Kerguelen par exemple, quelques chats ont été volontairement introduits dans les années 1950 pour chasser les rats et les souris qui avaient été introduits, involontairement cette fois, par les phoquiens et les baleiniers du XIX^e siècle. Dans ce monde froid et humide dépourvu d'arbres ou d'arbustes, ces chats domestiques ont eu des difficultés à s'acclimater, mais ils ont vite trouvé que les pétrels qui établissent leurs nids dans des terriers étaient plus faciles à attraper que les rongeurs.

Des chasseurs essayèrent sans grand succès de se débarrasser des félins redevenus sauvages. Aussi les chats se multiplièrent-ils : plusieurs milliers d'entre eux éliminèrent des millions de pétrels. Lorsque leurs proies eurent disparu, les chats ne dépérirent pas pour autant, car ils chassèrent les lapins introduits volontairement par les premiers navigateurs. Ainsi, un nouvel équilibre s'est mis en place, mais après disparition de plusieurs espèces endémiques. Heureusement, les populations de pétrels qui nidifiaient sur les îles avoisinantes ont échappé à l'extinction.

De plus, ces oiseaux marins ont une stratégie démographique beaucoup plus lente que la plupart des espèces continentales, dont les pontes nombreuses

compensent une prédation systématique à terre. Ainsi, les pétrels se reproduisent très lentement, pondant au mieux un œuf par an.

Comme l'a montré notre banque de données portant sur 25 espèces des Terres australes et antarctiques françaises et sur 30 années de suivi sans interruption de reproducteurs bagués, les oiseaux marins insulaires peuvent vivre entre 30 et 60 ans et attendre cinq à dix ans pour commencer à pondre ; leurs populations ne peuvent donc se renouveler rapidement. Dans sa vie qui dure une cinquantaine d'années, un couple d'albatros fuligineux à dos sombre (une espèce à peine plus grosse qu'une poule) pond 11 œufs. Du fait de cette démographie que l'on qualifie de «ralentie», les oiseaux des îles océaniques, qui n'ont jamais été reliées à un continent, sont particulièrement vulnérables aux prédateurs introduits.

La biodiversité grignotée par les rats

Quand on compare deux îles voisines du même archipel Crozet, de tailles similaires et présentant les mêmes possibilités de nidification pour les pétrels, on constate que neuf espèces manquent sur l'île où le rat noir a été introduit : les navires des phoquiens pouvaient

mouiller facilement, et ils ont introduit malencontreusement des rats. D'une part, ces rongeurs ont un régime alimentaire très opportuniste et ils sont de redoutables prédateurs des couvées et des petits oiseaux. D'autre part, on a récemment mis en évidence que leur impact sur toutes les îles océaniques a été considérable, réduisant souvent de moitié le nombre des espèces d'oiseaux dont beaucoup étaient endémiques. Introduits il y a plusieurs centaines d'années dans de nombreuses îles du Pacifique par les Polynésiens, ils y ont fait des ravages.

Récemment, la guerre américano-japonaise a favorisé ces bouleversements écologiques : les troupes installées dans des îlots inhabités ont introduit des rats dont l'aire de colonisation a encore augmenté. Les catastrophes provoquées par l'introduction involontaire de rats se sont produites sans même que l'homme ne réalise l'action des animaux qu'il amenait avec lui sur les îles colonisées. Le rat est un facteur important et jusqu'à présent méconnu de la réduction de la biodiversité.

Nous avons trouvé sur l'île Amsterdam les ossements fossiles d'un minuscule canard pourvu de robustes pattes et de moignons d'ailes : au cours des millénaires, il avait perdu sa capacité de voler. Il a disparu après l'arrivée de l'homme sans même avoir été remarqué ; il a récemment été décrit comme une nouvelle espèce, comme d'autres oiseaux de la même île.

On ne peut ressusciter les espèces disparues, mais peut-on arrêter une disparition programmée ? Sur le plateau de l'île Amsterdam, la plus proche des terres habitées et, par conséquent, celle que l'homme a le plus modifiée, nous avons découvert, en 1983, un albatros original, de plus de trois mètres d'envergure, dont la population était réduite à moins d'une dizaine de couples reproducteurs. En fait, ils étaient gênés dans leur nidification par la présence des vaches qui avaient été abandonnées un siècle auparavant par un éleveur ; elles s'étaient multipliées jusqu'à transformer l'île en un vaste pâturage. Les vaches furent éliminées d'une moitié de l'île où la végétation reprit ses droits en quelques années ; parallèlement une clôture fut installée pour enclore le troupeau. Aujourd'hui, la population d'albatros d'Amsterdam augmente régulièrement, mais la stratégie démographique de ce Grand Albatros, qui

2. PORT JEANNE D'ARC est une ancienne station baleinière, à Kerguelen : les premiers bouleversements écologiques apportés par l'homme dans les îles subantarctiques l'ont été par les baleiniers, puis par les phoquiens, soit directement par les chasses, soit indirectement par les espèces continentales introduites sur ces îles, telles que les rats, les chats ou les lapins.



Photographies : Pierre Louvenin

pond un œuf unique tous les deux ans, est si lente que la croissance de la population est faible.

Les pétrels sont un autre exemple de restauration écologique. L'île Saint-Paul est éloignée de l'île Amsterdam d'une centaine de kilomètres. Elle a été fréquentée par les navigateurs depuis plusieurs siècles. Ses pétrels, dont une espèce est endémique, ont été quasiment détruits par les rats, mais, heureusement, un îlot rocheux où nidifiaient ces espèces leur a servi de refuge. Grâce à l'aide de la Communauté européenne et de l'administration des Terres australes et antarctiques françaises, l'île a été quadrillée par hélicoptère et un appât empoisonné, mais biodégradable, a été dispersé. Les rats et les lapins introduits ont été éliminés, en quelques jours pour les premiers et en plusieurs mois pour les seconds, le travail étant poursuivi avec des chiens dressés à cet effet. Connaissant le rythme lent de reproduction des pétrels, nous pensions qu'il faudrait plusieurs années pour que la population soit reconstituée. En fait, quelques jours seulement après l'éradication des rats, des pétrels tentaient de se reproduire sur l'île principale, démontrant ainsi que l'îlot rocheux où ils s'étaient réfugiés était saturé : chaque année sans doute, ceux qui ne parvenaient pas à trouver une place pour pondre sur l'îlot essayaient de revenir sur l'île, sans succès, car les rats se nourrissaient de leurs œufs et de leurs poussins.

Un parc national des îles australes ?

Ainsi, les îles australes, bien que remarquablement protégées par leur éloignement et par leurs rudes conditions climatiques, ne sont pas à l'abri des perturbations humaines. Paradoxalement, en raison de leur isolement passé, elles sont même beaucoup plus sensibles aux introductions d'espèces étrangères que les espèces protégées métropolitaines. On peut même suivre l'anthropisation accélérée de ces écosystèmes. Ces îles australes étant terres de science depuis un demi-siècle, nous disposons de longues séries d'observations sur la faune et sur la flore, et la banque de données évoquée précédemment n'a pas d'équivalent dans le monde.

Un programme d'observations à long terme vient d'être mis en place dans ces îles sous le contrôle du Programme Environnement, Vie et Socié-

tés du CNRS et de l'Institut français pour la recherche et la technologie polaires. Les îles australes représentent un réseau unique au monde d'observatoires permanents de l'environnement. Parce que l'environnement doit être étudié sur le long terme, nous avons créé une zone atelier de recherches sur l'environnement antarctique et subantarctique, dont nous décrivons ici les activités : elle réunit plusieurs équipes qui travaillent dans les Terres australes et antarctiques françaises. Elle permet de surveiller les milieux aussi bien terrestres que marins et, notamment, l'océan Austral qui joue un rôle clé dans le climat de la Terre. Les prédateurs marins qui se reproduisent sur ces îles constituent des bio-indicateurs des ressources océaniques et il est possible, aujourd'hui, de les suivre en mer. Les premiers oiseaux suivis par satellite sur plusieurs milliers de kilomètres, l'ont été dans les îles australes. Le Programme Environnement, Vie et Sociétés est le plus ancien des programmes interdisciplinaires sur l'environnement. Il a pour mission de promouvoir, au sein du CNRS, une recherche interdisciplinaire sur l'ensemble des systèmes naturels ou artificiels où l'homme intervient ou est intervenu soit en les exploitant, soit en les aménageant.

Parce que les écologues qui cherchent à comprendre le fonctionnement des organismes et des milieux naturels ne peuvent rester spectateurs de la dégradation des derniers sanctuaires de



3. L'ÉTUDE DES ANIMAUX sur les îles subantarctiques est plus facile qu'ailleurs, car ils sont peu farouches : ici, après une prise de sang, un manchot royal est remis sur son œuf.

la planète, les scientifiques demandent la création d'un parc national français. Les trois groupes d'îles australes de l'océan Indien que nous avons décrites s'étendent sur 700 000 hectares, ce qui constitue une opportunité qui, à l'échelle de notre pays, ne se représentera ni par son ampleur ni par sa valeur patrimoniale. Les conflits d'usage y sont limités par l'absence de population autochtone et d'intérêts privés ; une seule administration gère ces domaines principalement consacrés à la recherche publique et où toutes les tentatives de développement à long terme ont échoué. À la demande de l'Australie, les îles Macquarie et Heard ont été classées sites du patrimoine mondial de l'humanité ; les îles australes françaises qui sont plus riches en qualité et en quantité d'espèces le seront-elles bientôt ?

Pierre JOUVENTIN est directeur de recherche au CNRS, à Montpellier, au Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive.

P. JOUVENTIN et J.-P. ROUX, *Discovery of a new albatross*, in *Nature*, vol. 305, pp. 181, 1983.

T. MICOL et P. JOUVENTIN, *Restoration of Amsterdam Island, South Indian Ocean, following control of feral cattle*, in *Biological Conservation*, vol. 72, pp. 199-206, 1995.

P. JOUVENTIN, H. WEIMERSKIRCH, *Satellite tracking of Wandering albatrosses*, in *Nature*, vol. 343, pp. 746-748, 1990.

S.L. OLSON et P. JOUVENTIN, *A new species of small flightless duck from Amsterdam island, southern indian ocean (Anatidae : Anas)*, in *The Condor*, vol. 98, pp. 1-9, 1996.

P. JOUVENTIN, T. MICOL, Y. FRENOT et V. SARANO, *Dossier scientifique : Réserve naturelle des Terres Australes Françaises*. Comité Interministériel de l'Environnement Polaire, 1996.

T. WORTHY et P. JOUVENTIN, *The fossil Avifauna of Amsterdam Island, Indian Ocean*, in *Smithsonian contributions to paleobiology*, vol. 89, pp. 39-65, 1999.

La biodiversité dans les îles subantarctiques

YVES FRENOT • JEAN-LOUIS CHAPUIS • MARC LEBOUVIER

Les insectes et les plantes des îles subantarctiques sont rares et souvent spécifiques de ces régions. Grâce à divers mécanismes d'adaptation, ils résistent aux conditions climatiques rudes, mais toute nouvelle espèce introduite dans ces milieux est une menace pour leur survie.

Dans l'histoire de l'écologie et de la biogéographie, les îles bénéficient du statut privilégié d'archétype au même titre qu'un lac ou qu'une montagne. En raison de leur isolement, de la simplicité de leurs écosystèmes comparés à ceux des milieux continentaux, et de leur fragilité, les îles océaniques ont joué un rôle fondamental dans le développement des idées concernant l'écologie et l'évolution des espèces. Parmi les milieux insulaires, ceux situés dans la province subantarctique, entre le quarantième et le cinquantième parallèles Sud, intéressent particulièrement les biologistes : ils constituent des exemples extrêmes d'isolement.

L'archipel Crozet et les îles Kerguelen sont d'origine volcanique et abritent une flore et une faune originales et encore préservées. Toutefois, bien que la fréquentation humaine y soit récente et limitée, la biodiversité de ces îles est en pleine évolution, notamment en raison de l'impact croissant, qu'il soit direct ou indirect, des activités humaines. La richesse de ces îles réside dans la gamme des écosystèmes qui s'étend des écosystèmes naturels non modifiés à des milieux où l'influence de l'homme est notable.

Le nombre des espèces autochtones vivant dans les milieux terrestres subantarctiques est réduit. Ainsi, seules 22 plantes à fleurs poussent à Kerguelen et 16 à Crozet, sur l'île de la Possession. À titre de comparaison, la flore française métropolitaine compte près de 3 000 espèces. De même, chez les insectes, on dénombre 11 espèces de diptères à Crozet et seulement 6 à Kerguelen, mais plus de 6 500 espèces dans l'hexagone ! Chez les vertébrés terrestres, on ne rencontre aucun mammifère et seulement deux espèces d'oiseaux : le canard d'Eaton (*Anas eatoni*) et le bec en fourreau (*Chionis minor*). En revanche, ces

îles sont régulièrement fréquentées par de nombreuses espèces d'oiseaux marins et par trois mammifères marins, l'éléphant de mer (*Mirounga leonina*) et deux otaries à fourrure (*Arctocephalus gazella* et *Arctocephalus tropicalis*).

Les communautés terrestres sont relativement pauvres, mais l'endémisme est élevé : à Crozet, 90 pour cent des invertébrés sont propres à la région subantarctique de l'océan Indien et 55 pour cent ne sont présents que sur cet archipel. L'endémisme des espèces végétales est moins marqué puisque la majorité des espèces poussent dans la plupart des îles subantarctiques. Le lyallia (*Lyallia kerguelensis*), par exemple, est la seule plante supérieure réellement spécifique de Kerguelen (voir la figure 1).

Ainsi, les îles subantarctiques constituent la limite Sud de l'extension du territoire de nombreux organismes. Même si les conditions climatiques n'y sont pas extrêmes, les températures sont basses toute

l'année et représentent un facteur limitant pour le développement et pour la reproduction de nombreuses espèces d'invertébrés et de végétaux.

Les contraintes de l'environnement subantarctique, qui constituent de très fortes pressions de sélection, ont favorisé des adaptations morphologiques et physiologiques particulières. Ainsi, de nombreux insectes ne peuvent voler : l'aptérisme est particulièrement développé. Sur les 11 espèces de diptères autochtones présentes à Crozet, seules quatre sont aptes à voler, et les autres ont des ailes plus ou moins réduites. Le stade extrême de cette évolution est observé chez *Anatalanta aptera*, une mouche spécialisée dans la dégradation des fientes et des cadavres dans les colonies d'oiseaux marins : Philippe Vernon, à l'Université de Rennes, a montré que chez cette espèce dont les ailes ont totalement disparu, les muscles des ailes ont été remplacés, dans le thorax, par des réserves lipidiques qui lui permettent de résister à des périodes de jeûne prolongé, lorsque les colonies sont désertées par les oiseaux, en hiver.



J. E. Crafford