



**Le « tissu vivant »
de la planète**

Le « tissu vivant » de la planète

Robert Barbault,
professeur émérite à l'université Pierre-et-Marie-Curie
et au Muséum national d'Histoire naturelle



Les manchots vivent dans l'hémisphère austral, entre les îles Galápagos et l'Antarctique. On décrit généralement dix-sept espèces, dont le manchot empereur *Aptenodytes forsteri* qui peuple les côtes du continent antarctique et que l'on voit ici photographié au cours d'une expédition française en Terre Adélie à proximité de la base Dumont d'Urville. Le mâle et la femelle ont un plumage similaire, blanc sur le ventre et ardoise sur le dos et sur la tête, avec une tache jaune orange de chaque côté du cou. Cependant, avec une masse corporelle de 35 à 40 kg, le mâle pèse en moyenne 7 kg de plus que la femelle, autant de réserves supplémentaires dont il a besoin pour assurer la totalité de l'incubation des œufs, alors que la température ambiante est souvent inférieure à $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ et que le blizzard souffle souvent à 100 km/h, ou même davantage. Les adultes parcourent chaque année de 50 km à 100 km sur la glace pour se reproduire et former des colonies de plusieurs milliers d'individus. La diversité génétique des populations est assurée à la fois par des changements de partenaires d'une année sur l'autre et par d'éventuelles émigrations d'une colonie vers une autre ■



Dix-sept espèces de manchots vivent dans l'Antarctique, dont le plus grand, le manchot empereur (notre photo). Mâle et femelle ont une taille et un plumage identiques. Cependant, la variabilité génétique se fait de génération en génération, car les couples changent d'une année à l'autre ■



© Y. LeMaho, CNRS/PEV

Des manchots empereurs en terre Adélie en Antarctique (pôle Sud).

Le « tissu vivant » de la planète

2



La biodiversité reflète aussi bien la variabilité génétique au sein d'une même espèce que la diversité des espèces, des écosystèmes et des interactions complexes que les espèces entretiennent entre elles, notamment au sein des réseaux trophiques.

Le naturaliste britannique Charles Darwin a consacré toute sa vie à la fascinante diversité du vivant, à comprendre son histoire et sa dynamique. C'est ce dont nous parle son ouvrage *De l'origine des espèces*, à partir d'un regard écologique. Certes, ni le mot « écologie » ni celui de « biodiversité » n'existaient encore – mais c'est quand même bien de cela dont il s'agit. C'est sur la variabilité génétique (encore un concept qui n'existait pas), fruit du hasard, que joue la sélection naturelle. Avec deux principes que souligne Charles Darwin : la descendance avec modifications et la lutte pour la vie.

LA DESCENDANCE AVEC MODIFICATIONS

À partir d'une même origine, le vivant s'est diversifié progressivement – tout au long de 3,8 milliards d'années. Quand on parle de biodiversité, des mécanismes qui président à sa dynamique, il faut toujours garder à l'esprit cette échelle de temps – et ne pas perdre de vue l'unité profonde du phénomène sous-jacent : la vie.

Les premières approches nécessaires pour comprendre la biodiversité sont celles que nous apportent la systématique et la paléontologie : il faut ordonner le vivant – identifier

les organismes ou les fossiles, les comparer, les classer. Pour cela, le concept d'« espèce », aussi difficile qu'il soit, est essentiel.

* **Cladistique**
Méthode de classification phylogénétique basée sur la définition d'ancêtres communs et de leur descendance.

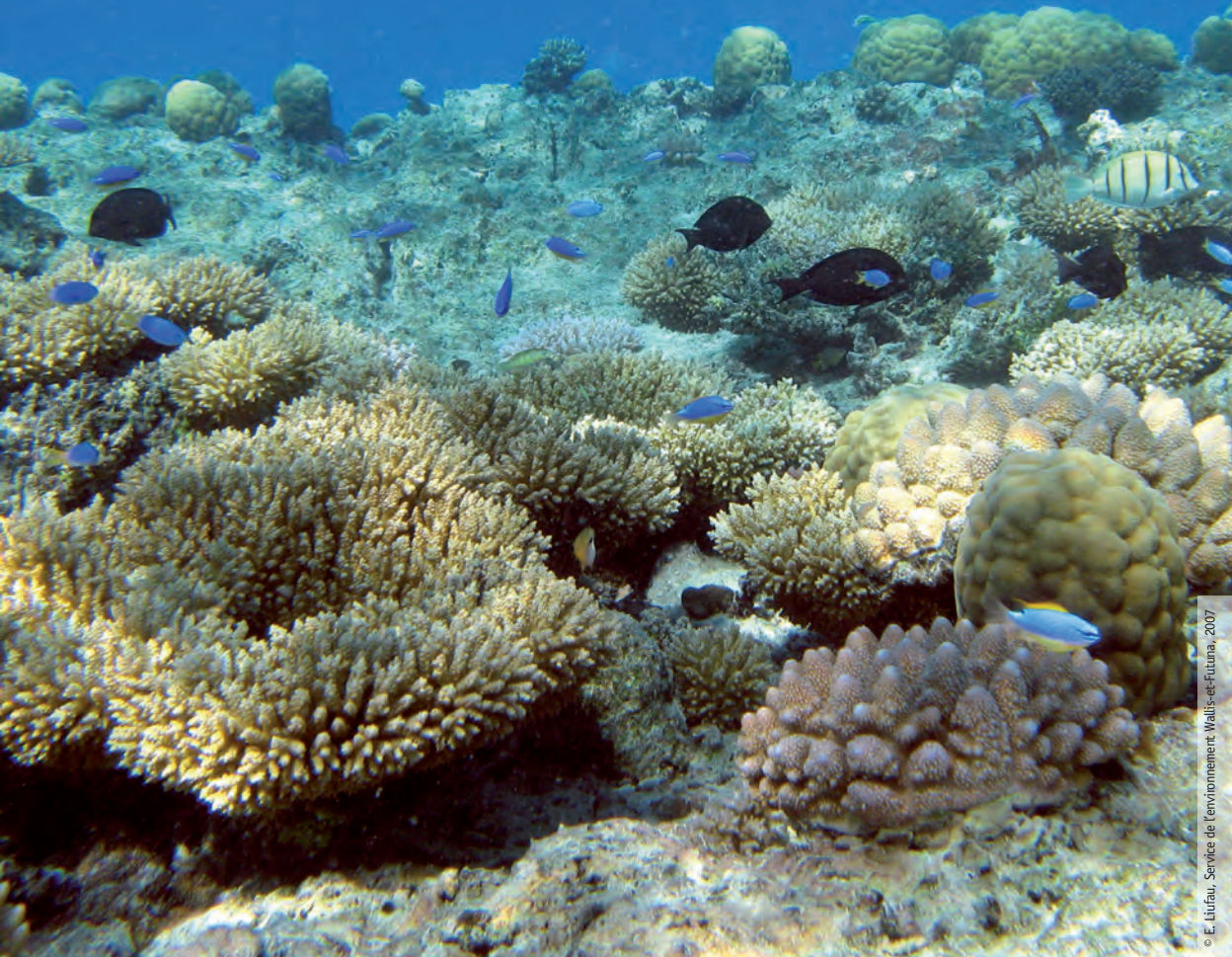
Un concept qui n'efface pas la réalité mouvante du vivant : tous les individus d'une même espèce partagent des traits communs – se ressemblent – mais ne sont pas identiques. Les variations qu'ils présentent, qui touchent à leur morphologie, à leur physiologie mais aussi à leur comportement, procèdent dans une très large mesure de différences génétiques – lesquelles résultent de mutations et révèlent l'instabilité fondamentale du matériel génétique.

LA GRANDE FAMILLE DU VIVANT

C'est sur cette base que s'exerce la sélection naturelle et que s'appuie l'évolution. À l'échelle de milliers d'années, de générations en générations, c'est ainsi que se dessine cette « descendance avec modifications » dont parlait Darwin : les espèces se transforment ; elles descendent les unes des autres ; elles possèdent des liens de parenté que les techniques actuelles de séquençage de l'ADN permettent de mesurer. Sur cette base il devient possible de « classer » les espèces de manière rigoureuse – ce que faisait déjà la systématique phylogénétique de Willi Hennig, biologiste allemand et père de la cladistique*, à partir de l'analyse des caractères communs. Se représenter la diversité des espèces sur des arbres phylogénétiques marque un progrès décisif par rapport à la vision préscientifique de la « collection de timbres » où les espèces apparaissent comme étrangères les unes aux autres et, d'une certaine façon, équivalentes : mésange charbonnière + mésange bleue + mésange nonette = 3, comme mésange charbonnière + bacille de Koch + *Homo sapiens* ! Souligner que les espèces ont entre elles des relations de parenté a, entre autres, le mérite de nous rappeler que chimpanzés, bonobos et autres gorilles dont nous sommes en train de précipiter l'extinction sont nos proches cousins ; que la biodiversité, nous en sommes : c'est notre famille !

LA BIODIVERSITÉ : DES RÉSEAUX D'INTERACTIONS

Derrière l'image réductrice qu'évoque l'expression « la lutte pour la vie » il faut voir toute la complexité des interactions qui se sont tissées et ne cessent de se tisser entre les



© E. Jürkau, Service de l'environnement Wallis-et-Futuna, 2007



La diversité des espèces peut être illustrée par ce récif corallien photographié ici dans les mers chaudes de Wallis et Futuna, entre la Nouvelle-Calédonie et la Polynésie. Les coraux ou Scléactiniaires sont des animaux à polypes, pour la plupart coloniaux, qui fabriquent un squelette

calcaire externe. La couleur est due en partie à des microalgues, des zooxanthelles, vivant en symbiose dans le polype et fournissant les molécules carbonées. Le récif est plein d'anfractuosités servant de refuge à des proies ou de camouflage pour les prédateurs. Selon le site Outre-Mer du Muséum (outremer.mnhn.fr), 9 273 espèces ont été recensées en 2006 dans les eaux calédoniennes, dont 450 d'algues et de plantes à fleur marine, 2 151 de mollusques, 15 de serpents marins et 4 de tortues marines. Le recensement actuel dénombre 342 espèces de coraux et 2 521 de poissons en Nouvelle-Calédonie et 190 de coraux et 1 190 de poissons en Polynésie française ■



Le récif corallien est à la fois abri, garde-manger et pouponnière. On compte 342 espèces de coraux en Nouvelle-Calédonie et 190 en Polynésie. En 2006, on y dénombrait 9 273 espèces d'algues, mollusques, poissons et... serpents ■

Le « tissu vivant » de la planète

2



êtres vivants – au sein d’une même population comme entre populations d’espèces différentes. Vivre, c’est interagir pourrait-on dire. Ça commence avec cette nécessité que nous partageons tous, nous autres êtres vivants : se nourrir. Hormis les plantes vertes et certains microorganismes, qui s’alimentent à partir d’éléments minéraux, cela suppose de consommer d’autres êtres vivants, pour partie (les parasites, beaucoup de phytophages) ou en totalité, morts ou vifs.

Ainsi, dans cette perspective, la biodiversité apparaît organisée à partir de relations mangeurs-mangés – ce que les écologues appellent « prédation » au sens large (puisque ce terme inclut, à côté de vrais prédateurs

sensu stricto tels le lion ou la mante religieuse, les parasites et les herbivores – qui n’entraînent pas nécessairement la mort des organismes dont ils se nourrissent). Les êtres vivants forment entre eux, sur la base de ce type de relation, des « réseaux trophiques » – partie vivante des « écosystèmes » qu’ils constituent avec leur environnement physique et chimique. Ceci a conduit certains auteurs à définir la biodiversité comme le « tissu vivant » de la planète.

* Biome

Aire biogéographique caractérisée par les espèces qui la composent, généralement la végétation, et regroupe un ensemble d’écosystèmes (ex. : forêt tempérée ou savane).

* Évaluation

des écosystèmes pour le millénaire
Programme des Nations unies qui a recensé à l’échelle mondiale, de 2000 à 2005, les services rendus par les écosystèmes et les a quantifiés pour évaluer leur contribution au bien-être humain.

EXEMPLE DE LA DESTRUCTION D’UN RÉSEAU

À titre d’exemple, démaillons progressivement ce fragment du tissu vivant planétaire près des côtes de l’Alaska, où vit et auquel appartient la loutre de mer. Dans les années 1990 est signalé un effondrement de la population de l’espèce, pourtant intégralement protégée et jusque-là florissante. Que s’est-il passé ? Aucun signe de pénurie alimentaire : les oursins dont se délecte notre loutre sont en train de pulluler. Et pour cause : il y a dix fois moins de loutres à s’en repaître ! La cause du problème est donc à rechercher de l’autre côté de la chaîne alimentaire à laquelle appartient la loutre, du côté de ses « ennemis ». Nul signe de maladie ou d’épidémie, mais l’« ombre » d’un redoutable prédateur, l’orque. Le soupçon s’avère fondé : les orques en sont venus à mettre les loutres à leur menu. Pourquoi ces baleines prédatrices s’attaquent-elles maintenant à des proies de taille modeste qu’elles négligeaient jusque-là ? Parce que les phoques dont elles avaient l’habitude de se nourrir sont devenus rares dans la région, victimes de l’effondrement des bancs de poissons consécutif à la surpêche pratiquée par un autre grand prédateur, *Homo sapiens*. Ainsi, une maille se défait et c’est tout le « vêtement » qui se déchire... Côté oursins, cela ne va pas mieux : la forêt de laminaires – ces algues géantes qui tapissent les fonds marins côtiers et font vivre quantité de vers, mollusques, crustacés et poissons – part en lambeaux, broutée par des échinodermes de plus en plus nombreux, d’où une destruction sans précédent de la biodiversité qui en dépendait.

Voilà ce qu’est un réseau trophique, un système complexe d’interactions mangeurs-mangés

ZOOM

Les services écosystémiques

Les écosystèmes sont des « machines » à produire et recycler de la matière. Ils fonctionnent grâce à des processus biologiques et écologiques (photosynthèse, fixation de l’azote atmosphérique, pollinisation...) qui concourent au bien-être humain. On parle alors de services écosystémiques où l’on distingue :

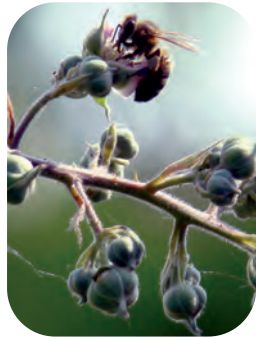
- des services de base (production primaire, constitution des sols, cycles des nutriments) ;
- des services de prélèvement (nourriture, bois, fibres, médicaments) ;
- des services de régulation (épuration de l’eau, pollinisation, contrôle des ravageurs) ;
- des services culturels et esthétiques (agrément, inspiration, connaissances).

Si la plupart des services de prélèvement, qui correspondent à des biens produits, sont évaluables économiquement car soumis aux marchés, c’est rarement le cas pour les autres.

où circulent matière et énergie, ici depuis les algues qui fabriquent de la matière organique grâce à la photosynthèse, jusqu'aux grands prédateurs en bout de chaîne, dont l'homme – membre à part entière de la biodiversité (*retrouvez le schéma de ce réseau trophique sur docsciences.fr*).

UN AUTRE RÉSEAU : LA COOPÉRATION

Si les relations de type mangeurs-mangés dominant, avec l'omniprésence des interactions de compétition que cela induit (pour les ressources alimentaires, évidemment, mais aussi pour l'espace qui donne accès à ces ressources, permet de s'installer, nicher ou s'abriter), il ne faut pas sous-estimer l'importance dans la dynamique de la biodiversité des « relations de coopération » (mutualisme et symbiose) – ni le rôle régulateur ou stabilisateur des prédateurs. Retenons que dans la dynamique écologique où s'est construite la biodiversité, les relations à bénéfices réciproques furent tout aussi décisives que les aptitudes compétitives que l'on tend à valoriser aujourd'hui trop unilatéralement dans certaines déclarations politiques. Quelques exemples : pour capturer leurs proies nombre de grands carnivores – loups, hyènes, lions, lycas – doivent recourir à des chasses collectives et s'organiser en conséquence ; beaucoup d'espèces, pour se protéger des attaques de leurs prédateurs, doivent vivre en groupes – marmottes, pigeons picorant en terrain découvert, bœufs musqués ou buffles, etc. Et n'oublions pas *Homo sapiens* : que serait-il devenu sans sa solide organisation sociale et le partenariat très original qu'il a développé avec les plantes, microbes et animaux devenus « domestiques » ?



Coopération entre l'abeille et la fleur

© Observateur Spipoll

savanes, forêts tropicales, récifs coralliens, etc. Il s'agit là d'autant de systèmes de capture de l'énergie solaire, et de transformation de celle-ci grâce à la photosynthèse en matière organique, adaptés aux conditions locales. Des systèmes supports de la vie qui s'y déploie et d'où, nous autres humains, tirons nombre de biens et de « services » appelés globalement « services écosystémiques » qu'un programme des Nations unies intitulé *Evaluation des écosystèmes pour le millénaire** a mis en lumière : épuration des eaux, pollinisation des plantes à fleurs, régulation des climats, fertilité des sols, recyclage des déchets, etc.

Ainsi, nous dépendons étroitement, comme tous les êtres vivants, de cette prodigieuse biodiversité à laquelle nous appartenons. Pourtant, nous la menaçons de plus en plus, au point que d'aucuns parlent avec arguments à l'appui de « sixième crise d'extinction en masse ». Ainsi, Barnosky et ses collègues (cf. « *en savoir plus* ») viennent de tirer le signal d'alarme en parlant d'une « bascule abrupte et irréversible » de la biosphère* (cf. définition p. 42) tout entière, écosystème après écosystème, du fait de l'ampleur des pressions exercées par l'homme sur la planète – conduisant celle-ci vers un état de la biosphère inconnu d'*Homo sapiens* depuis son émergence il y a quelque 200 000 ans ■

Avec l'aimable participation d'Yvon Le Maho (CNRS) et Pascale Joannot (MNHN).

LA BIOSPHERE EST RICHE D'ÉCOSYSTÈMES VARIÉS

La Terre est ronde ou à peu près. Elle tourne dans un système solaire. Tout cela lui confère, avec le zonage climatique qui en résulte des pôles à l'équateur et sa diversité de reliefs et de soubassements géologiques, une belle diversité de grandes formations végétales, biomes* ou écosystèmes caractéristiques : toundras,

- Barbault R., *Un éléphant dans un jeu de quilles - L'Homme dans la biodiversité*, Le Seuil, 2006.
- Barnosky A. D. et al., « Approaching a state shift in Earth's biosphere », *Nature*, 486: 52-58, 2012.
- Lecointre G., *Guide critique de l'évolution*, Belin, 2009.
- Maynard Smith J., Szathmari E., *Les Origines de la vie*, Dunod, 2000.
- Tirard C., Barbault R., *Mini-manuel d'écologie*, Dunod, 2012.
- Base Dumont d'Urville : <http://terreadelie.sblanc.com/>
- Services écosystémiques des récifs coralliens : <http://www.ifreco.org/services-écologiques>