

années en Péninsule antarctique où le réchauffement climatique est le plus important et où se développe 98 % de l'activité touristique actuelle. De même, plusieurs exemples montrent que des micro-organismes ont été introduits dans cette région du monde, et que certains d'entre eux sont sources de maladies nouvelles pour la faune et la flore locale. Certaines espèces de champignons pathogènes affectent aujourd'hui la plante emblématique des îles subantarctiques, le chou de Kerguelen, *Pringlea antiscorbutica*, aussi bien à Kerguelen que sur l'Île Marion. Ce champignon, spécifique des crucifères, a très vraisemblablement été introduit avec des choux frais lors du ravitaillement des bases. Aujourd'hui, toute importation de crucifères sur ces îles est prohibée. Les oiseaux également sont confrontés à des maladies transportées par l'homme, le cas le plus connu étant celui des manchots royaux de l'Île Macquarie exposés à la maladie de Newcastle et à des paramyxovirus aviaires.

Ces quelques exemples jettent un éclairage particulièrement sombre sur les conséquences du développement touristique dans des écosystèmes déjà fragilisés par les changements climatiques. La gouvernance actuelle instaurée par le Traité sur l'Antarctique n'est malheureusement pas apte, aujourd'hui, à faire face aux menaces qui se profilent et à l'enjeu de conservation de la biodiversité unique de cette partie du monde. Il y a donc une urgence réelle de réglementer les activités humaines en Antarctique, en particulier le tourisme.

2.6 Perte de biodiversité

a) La biodiversité et les maladies infectieuses

Les récentes apparitions des virus de grippe aviaire en Europe ou encore du Chikungunya dans l'île de la Réunion ont mis en évidence le danger que représentent les maladies zoonotiques pour la santé humaine. L'émergence de ces infections, causées par des pathogènes initialement animaux et affectant l'homme de façon sporadique, nous ont rappelé le rôle crucial joué par les espèces animales dans la transmission de maladies infectieuses. Il apparaît donc primordial de comprendre comment ces agents infectieux se transmettent dans l'ensemble de leur écosystème que forment les communautés animales. Pour cela, les études théoriques, couplées avec les études empiriques, peuvent permettre de comprendre les mécanismes sous-jacents de la diffusion de ces pathogènes.

► La biodiversité comme frein aux agents pathogènes

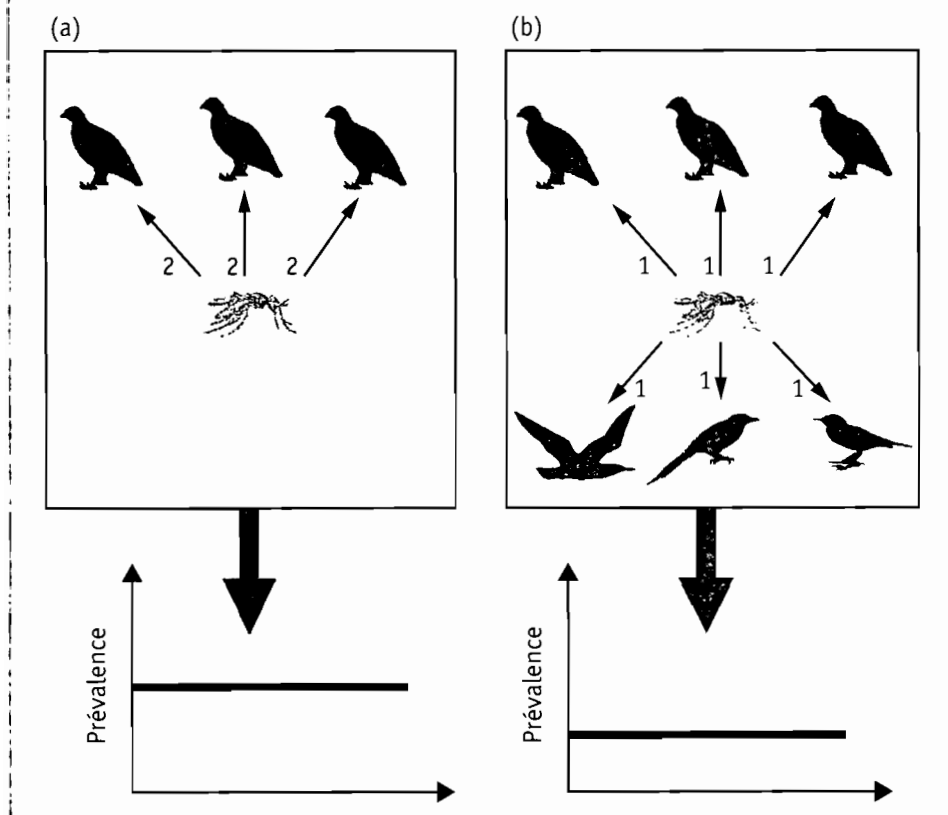
À des fins de concision, nous nous focalisons sur le cas particulier des pathogènes à transmission vectorielle. Leur cycle de vie implique qu'un individu dit

« vecteur » (représentant généralement des espèces d'insectes arthropodes telles que les moustiques ou les tiques) puisse acquérir l'agent infectieux lors d'un repas de sang sur un individu dit « réservoir » (représentant généralement une espèce hôte vertébré), puis le transmettre à un autre individu réservoir lors d'un prochain repas de sang. Cette transmission est dite « fréquence-dépendante » car le nombre de repas de sang n'augmente généralement pas en fonction du nombre d'individus réservoirs présents, rendant la fréquence de ces repas prépondérante pour ce type de transmission.

Imaginons maintenant un système volontairement simplifié faisant intervenir uniquement une espèce de vecteur et deux espèces de réservoirs. Parmi ces deux dernières espèces, l'une possède une forte probabilité de transmettre le parasite au vecteur une fois infectée (on parle aussi de forte « compétence ») tandis que l'autre espèce présente une probabilité d'infection beaucoup plus faible. Si l'espèce de vecteur a un comportement trophique qualifié de généraliste, cette dernière effectuera donc autant de repas de sang sur l'espèce de réservoir faiblement compétente que sur l'espèce fortement compétente. Néanmoins, les repas de sang sur l'espèce faiblement compétente ne déboucheront que dans de très rares cas sur une infection des individus réservoirs, qui ne participeront donc pas à la transmission de ce pathogène. C'est pourquoi chaque repas effectué sur un individu de cette espèce faiblement compétente va être « perdu » pour l'agent infectieux. Ainsi, plus l'abondance en espèces réservoirs faiblement compétentes est importante, plus le nombre de repas ne permettant pas une transmission de parasites va augmenter. Puisque les vecteurs se nourrissent à « fréquence constante », la transmission de ce parasite va donc se retrouver diminuée. Cet effet, nommé « effet de dilution » par Richard Ostfeld et ses collaborateurs (Ostfeld et Keesing, 2000a), a été démontré aussi bien de façon théorique (Dobson, 2004) qu'empirique sur la maladie de Lyme (Ostfeld et Keesing, 2000b) ou encore la fièvre du Nil occidental (Ezenwa *et al.*, 2006). La Figure 25 illustre ce concept.

L'exemple le mieux documenté reste la maladie de Lyme aux USA. L'agent bactérien responsable de cette maladie, *Borrelia burgdorferi*, est transmis aux États-Unis par l'espèce de tique *Ixodes scapularis* à plusieurs espèces animales, qui peuvent être vertébrées ou non. Néanmoins, il apparaît que l'espèce *Peromyscus leucopus* est, tout du moins aux États-Unis, l'espèce de réservoir la plus compétente pour transmettre ce microbe aux tiques se gorgeant de sang. Les conditions environnementales, notamment la fragmentation des écosystèmes forestiers rencontrées dans certains états américains, ont eu pour conséquence de favoriser la pullulation de ce petit mammifère aux dépens des autres espèces animales. Ceci a en conséquence une augmentation de la transmission aux vecteurs arthropodes et donc aux populations humaines fréquentant ces zones à risque. Cette augmentation de l'incidence humaine de cette pathologie n'est d'ailleurs pas

FIG. 25 | Schématisation de l'effet de dilution pour les maladies à transmission vectorielle.

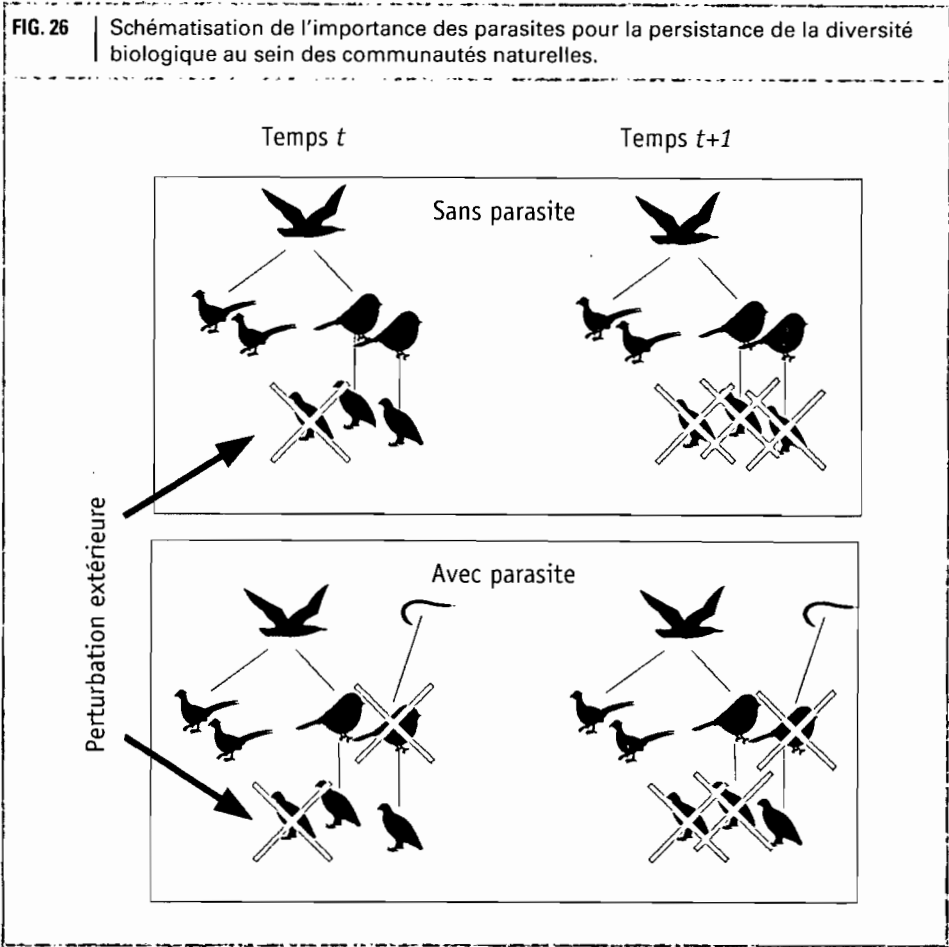


rencontrée dans d'autres régions plus boisées des États-Unis. Ainsi, le maintien d'une plus forte diversité biologique dans ces systèmes épidémiologiques peut permettre, grâce aux interactions écologiques permettant une meilleure régulation des populations de *P. leucopus*, une diminution de la transmission de la bactérie entre espèces animales et donc de diminuer le risque d'infection pour l'homme.

► Les agents pathogènes comme promoteur de la biodiversité

Néanmoins, les parasites peuvent être eux-mêmes une raison de diminution de la biodiversité comme cela a semblé être le cas pour les espèces aviaires lors de la propagation de la fièvre du Nil Occidental aux États-Unis depuis le début des années 2000 (Ladeau *et al.*, 2007). Il est cependant nécessaire de souligner que le virus provoquant cette pathologie est un pathogène dit « généraliste », c'est-à-dire appliquant une forte virulence sur un grand nombre d'espèces différentes. Mais cette diminution de la biodiversité peut être inversé si les pathogènes sont

« spécialisés » sur un nombre restreints d'espèces hôtes. En effet, si les parasites servent à réguler les espèces situées à des niveaux élevés dans les réseaux trophiques comme les super-prédateurs par exemple, cette régulation va permettre aux espèces situées sous ce niveau trophique de moins souffrir par exemple de la prédation (figure 26).



Une illustration particulièrement intéressante de ces effets concerne la résistance des communautés aux espèces invasives (Prenter et Dunn, 2004). Une espèce, animale ou végétale, est considérée comme invasive si elle possède un fort taux de croissance lui permettant de remplacer d'autres espèces autochtones présentes initialement dans la communauté, diminuant ainsi la richesse spécifique locale. Une étude intéressante réalisée en Amérique du Nord a montré l'existence d'une

relation négative entre la richesse spécifique en organismes pathogènes dans les communautés végétales et le caractère invasif de certaines espèces de plantes (Mitchell et Power, 2003). Ainsi, lorsque les organismes pathogènes ne sont pas ou peu présents localement, certaines espèces de plantes tendent à proliférer et à devenir invasives.

Ainsi, nous voyons que si la biodiversité permet une diffusion moins importante de ces parasites, ces derniers peuvent également être primordiaux pour cette même biodiversité. Le premier effet souligne l'importance de prendre en compte l'écosystème entier dans lequel les parasites circulent afin de mieux prévoir une éventuelle émergence de maladies chez l'homme. Le second effet montre, quant à lui, que l'étude écologique des communautés naturelles ne serait être complète sans considérer cette composante particulièrement primordiale de l'écologie des communautés que sont les parasites. Il est toutefois particulièrement intéressant de noter que le paradoxe entre ces deux effets montre l'extraordinaire complexité ainsi que le fragile équilibre des communautés naturelles.

b) La biodiversité : sources de services pour la santé ?

La Convention sur la diversité biologique (CDB), signée au Sommet de la Terre de Rio en 1992, a désigné l'industrie pharmaceutique comme un acteur essentiel de la conservation de la biodiversité. Depuis la fin des années 1980, l'essor des biotechnologies et l'extension des brevets sur le vivant avaient, en effet, laissé entrevoir des possibilités d'utilisation lucratives des substances naturelles. Les ressources génétiques, surtout issues des forêts tropicales et associées à des savoirs locaux, devenaient un gisement de matières premières, une source majeure d'innovation et donc un objet de convoitise pour les industries. Cette hypothèse d'une demande forte, s'appuyait sur l'exemple modèle d'un contrat de bioprospection d'un million de dollars américains par an signé entre l'Institut national de la biodiversité du Costa Rica et la firme pharmaceutique Merck.

Ainsi, une fois les droits d'usage et d'accès aux ressources génétiques définis, la demande du secteur des biotechnologies pour de nouvelles molécules devait permettre la création d'un marché susceptible à la fois de conserver les ressources et d'assurer aux populations gardiennes de biodiversité un « partage juste et équitable des avantages tirés de son exploitation » selon le troisième objectif de la Convention. L'équilibre entre un Nord, riche en technologie, et un Sud, riche en biodiversité, était alors rétabli. La généralisation des droits de propriété sur le vivant comme outils de conservation assurait la base de l'édifice (Aubertin *et al.*, 2007). Plus de quinze ans après la signature de la CDB, ce modèle semble largement dépassé et l'on peut s'interroger sur la demande réelle des firmes pharmaceutiques.

Roche Benjamin, Guégan Jean-François.

1. Changements environnementaux et santé : 2. Impact des changements globaux actuels : changements globaux, biodiversité et santé : 2.6. Perte de biodiversité : a) la biodiversité et les maladies infectieuses.

In : Gauthier-Clerc M. (dir.), Thomas F. (dir.), Guégan Jean-François (préf.).
Ecologie de la santé et biodiversité.

Bruxelles : De Boeck, 2010, p. 151-155.

(Licence Master Doctorat : Biologie).

ISBN 978-2-8041-3508-9