

## Préface

La croissance de la population mondiale, l'industrialisation et les problèmes géopolitiques accélèrent les changements globaux et induisent à la fois une importante érosion de la biodiversité, une dégradation significative des écosystèmes, et d'importants mouvements migratoires chez l'homme et l'ensemble des espèces.

Dans ce contexte de mondialisation croissante, et de changements globaux, nous faisons face à une augmentation de la circulation des agents infectieux et des risques de pandémies et de nombreuses maladies chroniques non infectieuses. Ces évolutions mettent en évidence la globalisation des risques sanitaires ainsi que l'importance de l'interface homme-animal-écosystème dans l'évolution et l'émergence des pathogènes tout comme dans le déterminisme des maladies chroniques. Ces crises sanitaires soulignent l'interdépendance entre la santé humaine, la santé animale et la santé des écosystèmes.

Le concept « One World-One Health » ou « Un seul monde-Une seule santé » est ainsi né en 2004, lors du congrès de la Société pour la conservation de la vie sauvage (Wildlife Conservation Society). Il s'agit d'associer la conservation de la biodiversité avec des objectifs de santé publique en faisant le lien entre les émergences de maladies infectieuses issues de la faune sauvage et les atteintes à la biodiversité. Ce nouveau concept permet ainsi une approche interdisciplinaire des problèmes de santé réunissant écologues, médecins, anthropologues, biologistes, démographes... pour aborder de manière essentielle et novatrice l'étiologie et la prévention des maladies chroniques non transmissibles et des maladies infectieuses.

Cet ouvrage montre la diversité de ces approches scientifiques au cœur de cette relation entre biodiversité et santé en explorant tout d'abord les grandes tendances de la distribution des maladies infectieuses humaines et ses liens avec la diversité biologique animale et la diversité culturelle humaine. Ainsi la connaissance des dynamiques

écosystémiques qui renseigne sur les processus conduisant à l'apparition ou à la résurgence d'agents infectieux, à leur dissémination et à leur extinction en milieu naturel est essentielle pour appréhender le risque infectieux. Dans un deuxième temps, les causes et mécanismes expliquant cette diversité sont à rechercher dans l'évolution et l'histoire humaine, de ses premières migrations hors Afrique à l'émergence des civilisations agraires et aux premières mondialisations.

On sait maintenant que, dans la plupart des cas, l'éradication totale d'une maladie infectieuse est impossible puisqu'il existe une co-évolution permanente entre la résistance des agents vecteurs et la lutte menée contre eux. De ce constat est née la médecine évolutive ou médecine darwinienne qui a pour objectif de comprendre les principes écologiques et évolutifs à l'origine de nombreuses maladies afin d'améliorer les traitements et la prévention. Les hypothèses issues de la théorie évolutive montrent, par exemple, leur importance pour prévenir ou freiner l'évolution des résistances ou des effets non voulus. La théorie, la modélisation et les expérimentations empiriques sont cruciales pour les méthodes classiques de gestion et pour les nouvelles technologies de manipulation fine dans le contexte de la lutte contre les maladies.

Ces approches transdisciplinaires de la biodiversité, du bien-être et de la santé soulignent aussi deux aspects : l'importance de l'expertise scientifique, mais aussi l'importance de l'éthique, du juridique, de la gouvernance et de l'économique.

Au-delà de ces connaissances fondamentales, cette approche biodiversité-santé offre une source d'inspiration extrêmement précieuse aux scientifiques. On peut citer par exemple la réappropriation des savoirs bioculturels sur la pharmacopée traditionnelle sachant que la perte de biodiversité se traduit par la perte d'une chimiodiversité en métabolites secondaires essentiels aux interactions avec les plantes, les animaux et les humains, comme les métabolites à propriétés antiparasitaires et antimicrobiennes. Ces savoirs permettent d'associer biodiversité et bien-être humain autour des services écosystémiques rendus par la nature. De façon plus novatrice, les nouvelles biotechnologies d'édition et de manipulation du génome de type CRISPR-Cas devraient permettre de lutter contre certains vecteurs de maladies émergentes comme la malaria, mais il faudra absolument mieux comprendre les mécanismes et la spécificité des cibles, leurs conséquences à l'échelle des populations, et les mécanismes adaptatifs qui pourraient conduire à des évolutions non voulues.

Cet ouvrage vous dévoile ainsi de façon approfondie et fascinante les multiples facettes de la relation étroite entre biodiversité, bien-être humain et santé.

Martine HOSSAERT  
Institut de l'écologie et de l'environnement  
CNRS

## Introduction

Dans un rapport de 2017 sur les obligations relatives aux droits de l'homme qui se rapportent à la conservation et à l'utilisation durable de la diversité biologique, le rapporteur spécial des Nations unies, J. H. Knox<sup>1</sup> souligne que la relation entre les droits de l'homme et la biodiversité n'est pas encore bien comprise. Il pose en principe que « le plein exercice des droits de l'homme, notamment des droits à la vie, à la santé, à l'alimentation et à l'eau, dépend des services rendus par les écosystèmes, services qui dépendent de la santé et de la pérennité de ces écosystèmes lesquelles dépendent elles-mêmes de la biodiversité »<sup>2</sup>. C'est afin de mieux appréhender les liens complexes entre le vivant, les écosystèmes et les sociétés que cet ouvrage propose d'étudier les multiples interactions entre biodiversité et santé. Il propose une vision large et intégrée des disciplines scientifiques qui contribuent à l'étude de la santé et vise à montrer comment les sciences écologiques, les sciences de l'environnement, les sciences médicales ou les sciences sociales peuvent contribuer à améliorer la santé humaine par la conservation de la biodiversité et des services que la biodiversité rend aux sociétés animales et humaines.

En présentant une brève histoire des liens entre la santé et la biodiversité, le chapitre 1 montre comment les organisations internationales, les grandes conventions et autres forums internationaux traitant de l'environnement, de la biodiversité, de l'agriculture, du développement, de la santé animale et de la santé humaine se sont approprié les concepts développés par le Millennium Ecosystem Assessment (MA, 2005)

---

1. Rapporteur spécial sur la question des obligations relatives aux droits de l'homme se rapportant aux moyens de bénéficier d'un environnement sûr, propre, sain et durable.

2. Knox, J. H., Report of the Special Rapporteur on the Issue of Human Rights Obligations Relating to the Enjoyment of a Safe, Clean, Healthy and Sustainable Environment: Biodiversity Report (January 19, 2017). United Nations Human Rights Council, A/HRC/34/49; Wake Forest Univ. Legal Studies Paper. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2913630>.

et proposé l'existence de liens de causalité entre conservation de la biodiversité, fonctionnement des écosystèmes et qualité des services écosystémiques pour la santé et le bien-être humains. Toutefois, il souligne que ces liens ont été plus anciennement reconnus et d'une manière qui reste d'actualité et très en phase avec l'approche « One Health, une santé ».

Le chapitre 2 fait le point sur les liens entre diversité biologique, diversité culturelle et les maladies infectieuses en soulignant les différentes corrélations entre biodiversité et pathogènes et entre diversité des pathogènes et diversité culturelle. La domestication animale s'est accompagnée d'une augmentation et d'un partage de maladies infectieuses entre animaux domestiques et humains. Ainsi, les maladies infectieuses sont un élément essentiel de compréhension de la co-évolution entre nature et culture.

Le chapitre 3 se concentre sur les liens entre la perte de biodiversité et l'émergence de maladies infectieuses mis en lumière notamment grâce à l'épidémiologie, à l'étude des réservoirs de maladies infectieuses zoonotiques, des mécanismes d'émergence et de la diversité génétique. Les travaux scientifiques cités sont autant d'arguments démontrant que la perte de biodiversité s'accompagne de risques accrus d'émergence de nouvelles maladies infectieuses. Le chapitre 4 met l'accent sur la perte de biodiversité et l'émergence de maladies non infectieuses à travers l'étude de la coévolution hôte-parasite, de l'évolution du système immunitaire sous la pression de la diversité parasitaire, ou encore de l'hypothèse hygiéniste et de celle de l'émergence de la sensibilisation atopique.

L'augmentation de la population humaine s'accompagne d'une hausse de la consommation globale d'énergie, d'urbanisation, du développement d'infrastructures routières ou encore de l'intensification agricole. Le chapitre 5 traite des stress anthropogéniques en relation avec ces transformations en particulier des effets des produits phytosanitaires et biocides, des perturbateurs endocriniens sur les impacts et réponses physiologiques aux stress environnementaux (écophysiologie du stress).

Le vivant s'adapte aux nouvelles conditions environnementales de la planète et le chapitre 6 envisage les réponses de la biodiversité à l'anthropisation. Il présente différentes formes d'adaptation des espèces : comportementales comme la synanthropie, ou génétiques comme la résistance des organismes ciblés par les insecticides, les antiparasitaires, les antibiotiques ainsi que par les plantes génétiquement modifiées. Il présente les mécanismes et les conséquences de l'évolution de la virulence et des résistances face aux nouvelles biotechnologies ainsi que le rôle de l'ingénierie écologique et évolutive.

La biodiversité est souvent présentée comme une source essentielle de médicaments pharmaceutiques et de molécules pour l'industrie agrochimique et le chapitre 7 fait

le point sur les pharmacopées animales et humaines notamment en s'intéressant à l'origine évolutive de l'automédication chez les animaux et les hominidés, à la diversité des métabolites secondaires des plantes et à l'ethnobotanique et la médecine traditionnelle. Il détaille ce qu'est la bioprospection et l'obligation liée à l'accès et au partage des avantages et son non-respect, la biopiraterie. Il met en avant l'importance de la pharmacopée traditionnelle et souligne la relation entre perte de biodiversité et perte des connaissances traditionnelles.

Le bien-être dans ses aspects objectifs et subjectifs est traité par le chapitre 8. L'impact psychologique de l'environnement naturel, la psychologie évolutive et son rapport au bien-être (théorie de l'habitat et du refuge visuel, topophilie et biophilie) ou l'importance des savoirs traditionnels permettent de montrer les liens profonds, affectifs et émotionnels, qui nous lient au vivant.

Les services écosystémiques (chapitre 9), par l'intermédiaire du concept de santé des écosystèmes, sont présentés comme une manière de prendre en compte les liens entre la santé et la biodiversité. Cela passe également par le développement de la notion de desservices écosystémiques et la nécessité d'établir des compromis entre services, développement économique et santé.

Les prospectives et scénarios globaux de santé et biodiversité (chapitre 10) sont généralement élaborés par grands domaines sectoriels : dérèglement climatique, démographie, urbanisation, mondialisation, usage des terres, agriculture et élevage, ressources vivantes. Ces domaines analysés séparément et parfois en interaction ont des incidences indépendamment sur la santé et sur la biodiversité, et sur la nature des liens biodiversité-santé. Les scénarios du pire tentent de déterminer les limites planétaires, pour maintenir une variable de contrôle à une distance « sûre » du seuil dangereux et éviter l'effondrement et le basculement vers des états non voulus. Ce type de scénarios a des implications directes sur la gouvernance des États, singulièrement au travers de la sécurité nationale. Il s'avère nécessaire de construire des modèles intégrés sociétés-biodiversité-services écosystémiques grâce à des observatoires des méthodes participatives (associant usagers, questionnaires, politiques), mais aussi à des experts, et à des outils de représentation des connaissances appropriés.

Cela pose la question de la gouvernance de la biodiversité et de la santé à différents niveaux de prise de décision (chapitre 11). Ainsi, il n'existe pas d'instance internationale incluant explicitement dans son mandat à la fois la biodiversité et la santé, mais les questions de biodiversité et de santé ont peu à peu été indirectement prises en compte conjointement par un grand nombre d'organisations internationales. La détermination et la prise en compte des enjeux régionaux sont fondamentales dans la mise en œuvre des politiques et stratégies définies au niveau international. La réglementation

internationale doit être effectivement mise en œuvre au niveau local, reste à déterminer comment se fait cette mise en œuvre qui est fonction des choix politiques qui sous-tendent la réglementation définie.

Le chapitre 12 intitulé « Éthiques, valeurs et responsabilités » permet d'ouvrir des pistes de réflexion sur les implications éthiques des recherches dans des domaines relevant de la biodiversité et de la santé notamment sur le pluralisme scientifique, le ou les types d'éthique (humaniste, animale, de l'environnement) en jeu. Il pose la question de l'éthique des scénarios et opte pour un nécessaire pluralisme des éthiques.

La question du droit, de la justice et des connaissances scientifiques dans la prise en compte de la santé et de la biodiversité fait l'objet du chapitre 13, en considérant la prise en compte de la complexité dans la connaissance scientifique et dans l'information des décisions politiques. Il s'agit d'aborder les enjeux juridiques en cours pour le développement d'un droit en prise avec les questions concrètes, l'utilisation par les citoyens de connaissances scientifiques à des fins de justice collective et enfin, comment la connaissance scientifique peut être considérée sous l'angle des droits de l'homme.

Enfin, la conclusion plaide à la fois pour une socio-écologie de la santé, pour un pluralisme scientifique qui évite le piège du réductionnisme et des approches purement techno-scientifiques, ainsi que pour un droit de l'environnement adaptatif.