



CE RAPPORT
A ÉTÉ RÉALISÉ EN
COLLABORATION
AVEC

ZSL
LET'S WORK
FOR WILDLIFE



RAPPORT PLANÈTE VIVANTE 2020

INFLÉCHIR LA COURBE DE LA PERTE
DE BIODIVERSITÉ

WWF

Le WWF est l'une des toutes premières organisations indépendantes de protection de l'environnement dans le monde. Avec un réseau actif dans plus de 100 pays et fort du soutien de près de 5 millions de membres, le WWF œuvre pour mettre un frein à la dégradation de l'environnement naturel de la planète et construire un avenir où les humains vivent en harmonie avec la nature, en conservant la diversité biologique mondiale, en assurant une utilisation soutenable des ressources naturelles renouvelables, et en faisant la promotion de la réduction de la pollution et du gaspillage.

Société Zoologique de Londres

Fondée en 1826, la Société Zoologique de Londres (ZSL) est une organisation internationale scientifique d'éducation et de protection de la nature. Sa mission est d'assurer et de promouvoir la protection des animaux et de leurs habitats sur le globe. La ZSL gère le zoo de Londres et le zoo de Whipsnade, mène des recherches scientifiques à l'Institut de zoologie et déploie son action de conservation sur le terrain à l'échelle mondiale. Elle concourt en outre à l'établissement de l'Indice Planète Vivante® dans le cadre d'un partenariat avec le WWF.

Citation

WWF. 2020. *Living Planet Report - 2020: Bending the curve of biodiversity loss*. Almond, R.E.A., Grooten M. et Petersen, T. (Eds). WWF, Gland, Suisse.

Maquette et infographies : peer&dedigitalesupermarkt

Traduction française : Anyword

Relecture : Stéphane Ringuet, Mathilde Valingot, Carine Eckert

Mise en page de la version française : Pascal Herbert, Éléonore Hadida

Photo de couverture :

© Jonathan Caramanus / Green Renaissance / WWF-UK
La fermière Nancy Rono avec un caméléon sur sa manche, comté de Bomet, haut bassin de la rivière Mara, Kenya.

Living Planet Report®
et *Living Planet Index*®
sont des marques déposées
du WWF International.

SOMMAIRE

8 MILLIARDS DE RAISONS DE SAUVEGARDER LA NATURE (PAR MARCO LAMBERTINI)	4
---	----------

RÉSUMÉ ANALYTIQUE	6
--------------------------	----------

EN UN COUP D'ŒIL	9
-------------------------	----------

CHAPITRE 1 : UN SOS POUR LA NATURE	10
---	-----------

CHAPITRE 2 : NOTRE MONDE EN 2020	50
---	-----------

CHAPITRE 3 : L'HOMME ET LA NATURE SONT INTERCONNECTÉS	74
--	-----------

CHAPITRE 4 : PROJETONS UNE FEUILLE DE ROUTE POUR LA NATURE ET L'HOMME	112
--	------------

RÉFÉRENCES	140
-------------------	------------

Équipe de production et édition

Éditeur en chef : Rosamunde Almond (WWF-NL)

Co-Éditeur en chef : Monique Grooten (WWF-NL)

Responsable d'édition : Tanya Petersen

Accompagnement du Rapport Planète Vivante : Sophie Ledger (Zoological Society of London - ZSL)

Groupe de pilotage

Présidente : Rebecca Shaw (WWF-International)

Mike Barrett (WWF-UK), João Campari (WWF-Brazil), Winnie De'Ath (WWF-International), Katie Gough (WWF-International), Marieke Hartevelde (WWF-International), Margaret Kuhlow (WWF-International), Lin Li (WWF-NL), Luis Naranjo (WWF-Colombia) and Kavita Prakash-Marni

Auteurs

Inger Andersen (United Nations Environment Programme), Mark Anderson (Dasgupta Review Team), Alexandre Antonelli (Royal Botanic Gardens, Kew), Chris Baker (Wetlands International), William Baldwin-Cantello (WWF-International), Patricia Balvanera (Universidad Nacional Autónoma de México - UNAM), BCE/eBMS-ABLE Consortium, Emily Beech (Botanic Gardens Conservation International - BGCI), Julie Bélanger (UN Food and Agriculture Organization - FAO), Julia Blanchard (University of Tasmania), Monika Böhm (Zoological Society of London - ZSL), Stuart Butchart (BirdLife International), Duncan Cameron (University of Sheffield), William W. L. Cheung (Institute for the Oceans and Fisheries, The University of British Columbia), Colin Clubbe (Royal Botanic Gardens, Kew), Sarah Cornell (Stockholm Resilience Centre), Richard Cottrell (University of California Santa Barbara), Partha Dasgupta (University of Cambridge), Fabrice DeClerck (EAT), Stefanie Deinert (Zoological Society of London - ZSL), Moreno di Marco (Sapienza University of Rome), Sandra Díaz (CONICET and Córdoba National University, Argentina and IPBES Global Assessment Co-Chair), Lynn Dicks (University of Cambridge), Sarah Doornbos (WWF-NL), Franz Essl (University of Vienna), Adrienne Etard (University College London - UCL), FABLE Consortium (UN Sustainable Development Solutions Network), Wendy Foden (South African National Parks - SANParks), Robin Freeman (Zoological Society of London - ZSL), Alessandro Galli (Global Footprint Network), Jaboury Ghazoul (ETH Zurich), Eliza Grames (University of Connecticut), Elizabeth Green (UN Environment Programme World Conservation Monitoring - UNEP-WCMC), Guenther Grill (McGill University), Luigi Guarino (Crop Trust), Neal Haddaway (Stockholm Environment Institute, Stockholm), Laurel Hanscom (Global Footprint Network), Mike Harfoot (UN Environment Programme World Conservation Monitoring - UNEP-WCMC), Serene Hargreaves (Royal Botanic Gardens, Kew), Jelle Hilbers (Radboud University Nijmegen), Samantha Hill (UN Environment Programme World Conservation Monitoring - UNEP-WCMC), Craig Hilton-Taylor (IUCN), Richard Holland (Wetlands International), Aelys Humphreys (Stockholm University), Walter Jetz (Yale University), Arwyn Jones (European Commission Joint Research Centre - JRC), Sarah Jones (Bioversity International), Akanksha Khatri (World Economic Forum - WEF), HyeJin Kim (German Centre for Integrative Biodiversity Research - iDiv), Monica Kobayashi (UN Food and Agriculture Organization - FAO), Guillaume Latombe (University of Vienna), David Leclère (IIASA), Bernhard Lehner (McGill University), Bernd Lenzer (University of Vienna), David Lin (Global Footprint Network), Brian Lueng (McGill University), Eimear Nic Lughadha (Royal Botanic Gardens, Kew), Carolyn Lundquist (University of Auckland), Jane Madgwick (Wetlands International), Valentina Marconi (Zoological Society of London - ZSL), Marcio Martins (University of São Paulo), Berta Martín-López (Leuphana University, Lüneburg), Emily McKenzie (Dasgupta Review Team), Louise McRae (Zoological Society of London - ZSL), Leticia Merino Perez (Universidad Nacional Autónoma de México - UNAM), Guy Midgley (Stellenbosch University), Haroon Mohamoud (Dasgupta Review Team), Zsolt Molnar (Hungarian Academy of Sciences), Graham Montgomery (University of Connecticut), Aline Mosnier (UN Sustainable Development Solutions Network), Tim Newbold (University College London - UCL), Michael Obersteiner (The Environmental Change Institute, University of Oxford and IIASA) Natasja Oerlemans (WWF-NL), Jeff Opperman (WWF-International), Alberto Orgiazzi (European Commission Joint Research Centre - JRC), Stuart Orr (WWF-International), Ant Parham (Dasgupta Review Team), Pete Pearson (WWF-US), Henrique Pereira (Martin Luther University), Alexander Pfaff (Duke University), Thomas Pienkowski (Oxford University), Dafydd Pilling (UN Food and Agriculture Organization - FAO), Jamie Pittock (Australian National University), Jack Plummer (Royal Botanic Gardens, Kew), Jordan Poneet (UN Sustainable Development Solutions Network), Andy Purvis (Natural History Museum, London), Malin Rivers (Botanic Gardens Conservation International - BGCI), Isabel Rosa (Bangor University), Kate Scott-Gatty (Zoological Society of London - ZSL), Hanno Seebens (Senckenberg Biodiversity and Climate Research Centre), Will Simonson (UN Environment Programme World Conservation Monitoring - UNEP-WCMC), Bruce Stein (National Wildlife Federation), Amanda Stone (WWF-US), Michele Thieme (WWF-US), Dave Tickner (WWF-UK), Derek Tittensor (Dalhousie University), Ginya Truitt Nakata (International Potato Centre), Edgar Turner (University of Cambridge), Paula Valdujo (WWF-Brazil), Riyan van den Born (Radboud University Nijmegen), Chris van Swaay (Butterfly Conservation Europe), Nicola van Wilgen (South African National Parks - SANParks), Ronald Vargas (UN Food and Agriculture Organization - FAO), Oscar Venter (University of British Columbia), Piero Visconti (International Institute for Applied Systems Analysis), Mathis Wackernagel (Global Footprint Network), Catharine Ward Thompson (University of Edinburgh), James Watson (Wildlife Conservation Society), Robert Watson (Tyndall Centre for Climate Change Research), Dominic Waughray (World Economic Forum - WEF), Sarah Whitmee (Oxford University), Brooke Williams (University of Queensland) and Jessica Williams (University College London - UCL)

Remerciements spéciaux

Rob Alkemade (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency), Jennifer Anna (WWF-US), Paige Ashton (WWF-UK), Yves Basset (Smithsonian Tropical Research Institute, Panama), Shang Hui Chia (WWF-International), Wendy Elliott (WWF-International), Christo Fabricius (WWF-US), Elaine Geyer-Alley (WWF-International), Huma Khan (WWF-International), Hermine Kleymann (WWF-International), Marcel Kok (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency), Greg P.A. Lamarre (Czech Academy of Sciences), Richard Lee (WWF-International), Philip Leonard (WWF-International), Ghislaine Llewellyn (WWF-Australia), Brent Loken (WWF-International), Gretchen Lyons (WWF-International), Peter McFeely (WWF-International), Holly McKinlay (WWF-US), Isabelle Oostendorp (WWF-NL), Pablo Pacheco (WWF-International), Hannah Rotten (Zoological Society of London - ZSL), Aafke Schipper (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency), Kirsten Schuijt (WWF-NL), Krista Singleton-Cambage (WWF-International), James Stapleton (International Potato Centre), John Tanzer (WWF-International), Detlef van Vuuren (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency), Carrie Watson (WWF-UK), Chris Weber (WWF-International), Mark Wright (WWF-UK), Lucy Young (WWF-UK) and Natascha Zwaal (WWF-NL)

RAPPORT PLANÈTE VIVANTE 2020

INFLÉCHIR LA COURBE DE LA PERTE
DE BIODIVERSITÉ

8 MILLIARDS DE RAISONS DE SAUVEGARDER LA NATURE



Alors que le monde est en proie à une perturbation profonde, notre Rapport Planète Vivante apporte la preuve irréfutable de l'érosion de la nature en plus de tous les avertissements que la planète s'évertue à nous envoyer. La destruction du vivant par l'humanité a des conséquences catastrophiques, non seulement sur les populations d'animaux sauvages, mais aussi sur la santé humaine et sur tous les autres aspects de notre vie.

Un changement culturel et systémique profond est absolument nécessaire, un changement que notre civilisation n'a pas réussi à adopter jusqu'à présent : une transition vers une société et un système économique qui valorisent la nature. Nous devons rééquilibrer notre relation avec la planète afin de préserver l'incroyable diversité du vivant sur Terre et de favoriser une société juste, saine et prospère, et, en fin de compte, d'assurer notre propre survie.

La nature décline à un rythme sans précédent. La façon dont nous produisons et consommons la nourriture et l'énergie, ainsi que le mépris flagrant de l'environnement inscrit dans notre modèle économique actuel, ont poussé les écosystèmes au-delà de leurs limites. La COVID-19 est une manifestation claire de notre relation brisée avec la nature. Elle met en évidence l'interconnexion profonde entre la santé des personnes et celle de la planète. Il est temps que nous répondions au SOS lancé par la nature. Non seulement pour préserver l'incroyable biodiversité que nous aimons et avec laquelle nous avons le devoir moral de coexister, mais aussi parce que l'ignorer met en jeu l'avenir de près de 8 milliards de personnes.

Notre avenir dépend des décisions que les gouvernements, les entreprises et les citoyens du monde entier prennent aujourd'hui. Les dirigeants mondiaux doivent adopter des mesures immédiates pour protéger et restaurer la nature, fondement d'une société saine et d'une économie prospère. Il est temps de convenir d'un New Deal pour la nature et pour l'homme, qui nous permette d'inverser la courbe de la perte du vivant d'ici 2030 et de construire une société neutre en carbone. C'est notre meilleure assurance-vie, garante de la santé humaine et des moyens de subsistance à long terme pour offrir un avenir serein à nos enfants.

Marco Lambertini,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Marco Lambertini', is displayed on a light blue background.

Directeur général
du WWF International

RÉSUMÉ ANALYTIQUE

L'Indice Planète Vivante 2020 mondial continue de décliner. Il montre une baisse moyenne de 68 % de la taille des populations de mammifères, d'oiseaux, d'amphibiens, de reptiles et de poissons suivies entre 1970 et 2016. La baisse de 94 % de l'IPV pour les sous-régions tropicales des Amériques est le déclin le plus important jamais observé dans une région.

Pourquoi est-ce important ?

C'est important car la biodiversité est essentielle à la vie des humains sur Terre, et nous avons les preuves aujourd'hui que nous la détruisons à un rythme sans précédent dans l'histoire. Depuis la révolution industrielle, les activités humaines n'ont cessé de détruire ou de dégrader les forêts, les prairies, les zones humides et autres écosystèmes vitaux, menaçant ainsi notre propre bien-être. Soixante-quinze pour cent de la surface terrestre libre de glace a déjà été considérablement altérée, la plupart des océans sont pollués et les zones humides ont perdu plus de 85 % de leur superficie.

Les variations des populations d'espèces sont un indicateur majeur de la santé globale des écosystèmes. Mesurer la biodiversité, la variété de tous les êtres vivants, demeure complexe, et il n'existe pas de mesure unique qui puisse saisir tous les changements dans cette immense toile de la vie. Néanmoins, la grande majorité des indicateurs montrent de nets déclin au cours des dernières décennies.

En effet, au cours des cinquante dernières années, l'explosion du commerce mondial et de la consommation, ainsi que la forte croissance de la population humaine et un gigantesque mouvement d'urbanisation ont métamorphosé notre monde. Depuis 1970, l'empreinte écologique de l'humanité dépasse le taux de régénération de la Terre. Pour alimenter et soutenir nos modes de vie du 21^e siècle, nous surexploitions la biocapacité de la Terre d'au moins 56 %.

Ces pressions sous-jacentes ont entraîné une dégradation de la nature sans précédent concentrant dans une poignée de pays la plupart des dernières zones de nature sauvage. Les espaces naturels se transforment plus rapidement que jamais, et le réchauffement climatique accélère davantage ces changements.

Les tigres, les pandas et les ours polaires sont des espèces bien connues dans l'histoire du déclin de la biodiversité, mais qu'en est-il des millions d'espèces minuscules, ou encore non découvertes, qui sont également menacées ? Quel est le bilan pour les organismes

vivants présents dans nos sols, ou pour la diversité des plantes et des insectes ? Tous jouent un rôle essentiel à la vie sur Terre et tous montrent pourtant des signes de stress.

Il faut d'urgence s'attaquer à la perte de biodiversité qui menace la sécurité alimentaire du monde entier. La plus grande menace que l'homme fait peser sur la nature est liée à la façon dont il produit sa nourriture. La transformation de notre système alimentaire mondial est donc plus que jamais nécessaire.

Transformer nos systèmes économiques est également essentiel. Nos économies sont ancrées dans la nature, et ce n'est qu'en reconnaissant cette réalité et en agissant en conséquence que nous pourrons protéger et renforcer la biodiversité et améliorer notre prospérité économique.

Nous pouvons estimer la valeur du « capital naturel » — le stock de ressources naturelles renouvelables et non renouvelables de la planète, telles que les plantes, les sols et les minéraux — ainsi que les valeurs du capital productif et humain — par exemple, les routes et les compétences — qui forment ensemble une mesure de la richesse réelle d'un pays. Les données du Programme des Nations unies pour l'environnement montrent que notre stock mondial de capital naturel, par personne, a diminué de près de 40 %, tandis que le capital productif a doublé et le capital humain a augmenté de 13 % depuis le début des années 1990.

Mais trop peu de nos décideurs économiques et financiers savent comment interpréter ce que cela veut dire ou, pire encore, ils choisissent de ne pas l'entendre. L'un des principaux problèmes est l'inadéquation entre la « grammaire économique » artificielle qui anime les politiques publiques et privées, et la « syntaxe de la nature » qui détermine le fonctionnement du monde réel.

L'ensemble de ces éléments montre que la conservation de la biodiversité est plus qu'un engagement éthique pour l'humanité, c'est un investissement stratégique non négociable visant à préserver notre santé, notre richesse et notre sécurité.

Pouvons-nous inverser la tendance ? C'est la question posée en 2017 par l'initiative *Bending the Curve* (Redressons la courbe) — un consortium regroupant plus de 40 universités, organisations

de conservation et ONG dont le WWF. Son objectif ? Modéliser les voies susceptibles de restaurer la biodiversité. Cette modélisation pionnière a permis de démontrer que nous pouvons enrayer et même inverser la perte de biodiversité terrestre due au changement d'utilisation des terres.

Et toutes les modélisations nous disent la même chose : nous avons encore la possibilité de stabiliser et même d'inverser la courbe de la perte de biodiversité si nous prenons des mesures de conservation urgentes et sans précédent et si nous modifions notre façon de produire et de consommer notre nourriture.

L'année 2020 devait être « l'année spéciale » au cours de laquelle la communauté internationale, grâce à une série de réunions sur le climat, la biodiversité et le développement durable, projetait de reprendre les rênes de l'Anthropocène. Toutefois, en raison de la COVID-19, la plupart de ces conférences ont été reportées à 2021, un rappel brutal de la forte corrélation entre la nature et l'homme.

Jusqu'à présent, les discours et les avertissements de plus en plus alarmistes ne sont pas parvenus à faire changer nos sociétés de trajectoire. Pourtant, les périodes de bouleversements et de perturbations rapides peuvent être propices à la créativité, aux idées nouvelles, et donc au changement. L'avenir est toujours incertain, mais peut-être que la pandémie de COVID-19, au-delà de tous les désordres et souffrances qu'elle aura causés, représentera une opportunité de changer nos modes de vie, enfin.

EN UN COUP D'ŒIL

Un SOS pour la nature

CHAPITRE 1

- Les graves déclin des effectifs des populations d'espèces sont un indicateur de la santé globale des écosystèmes, et notre planète ne cesse de nous lancer des appels de détresse.
- L'indice Planète Vivante 2020 mondial indique une chute de 68 % en moyenne des populations d'espèces de vertébrés suivies entre 1970 et 2016.
- La baisse de 94 % de l'IPV dans les sous-régions tropicales des Amériques est le déclin le plus important jamais observé au monde.
- En plus des mammifères, des oiseaux, des reptiles, des amphibiens et des poissons, ce chapitre explore également les évolutions des plus petites créatures jusqu'à la canopée, en examinant la biodiversité des sols, les insectes et — pour la première fois — les plantes.

L'homme et la nature sont interconnectés

CHAPITRE 3

- L'altération des systèmes naturels mondiaux menace de réduire à néant les progrès extraordinaires du siècle dernier en matière de santé et de bien-être humains.
- La biodiversité nourrit le monde. Nous devons agir de toute urgence pour stopper son érosion.
- Il existe un profond décalage entre la « grammaire économique » artificielle et la « syntaxe de la nature » qui détermine le fonctionnement du monde réel.
- Il devient de plus en plus clair aujourd'hui que la biodiversité est un investissement stratégique non négociable pour préserver notre santé, notre richesse et notre sécurité.

ALLER PLUS LOIN

- Rapport « **A deep dive into freshwater** » : Les écosystèmes d'eau douce sont parmi les plus vulnérables du monde. Ce supplément explore l'état et les tendances de l'eau douce, les moteurs de changement et les perspectives de reprise.
- Rapport « **Too hot to handle: a deep dive into biodiversity in a warming world** » : Le changement climatique affecte déjà la biodiversité et cette immersion explore ses impacts actuels et futurs.
- Rapport « **Voices for a Living Planet** » : Un supplément spécial complétant le récit du Rapport Planète Vivante rassemble une collection de courts essais - écrits par des penseurs et des acteurs de terrain issus de différents pays et cultures du monde entier — sur la manière de bâtir une planète résiliente et saine pour les hommes et la nature.

Notre monde en 2020

CHAPITRE 2

- La croissance économique mondiale depuis la Seconde Guerre mondiale a entraîné des améliorations exponentielles pour l'homme, mais cela s'est fait au détriment de la stabilité des systèmes de production de la Terre dont nous dépendons pour notre survie.
- Les humains surexploitent aujourd'hui la biocapacité de la Terre d'au moins 56 %.
- Le changement d'utilisation des terres, dû au lieu et à la manière dont nous produisons de la nourriture, est l'une des plus grandes menaces que les humains font peser sur la biodiversité.
- « Ça chauffe » également pour l'océan, la surpêche, la pollution, le développement du littoral et le changement climatique provoquant un nombre croissant d'effets sur les écosystèmes marins.

Projetons une feuille de route pour la nature et l'homme

CHAPITRE 4

- La modélisation pionnière de la biodiversité nous aide à imaginer l'avenir, en nous demandant « Et si l'humanité prenait des chemins différents ? »
- L'initiative *Bending the Curve* a permis de démontrer que nous pouvons enrayer et même inverser l'érosion de la nature tout en nourrissant une population croissante.
- Il est technologiquement et économiquement possible d'inverser la courbe du déclin de la biodiversité, mais cela exigera un véritable changement en profondeur de la façon dont nous produisons et consommons la nourriture et de celle dont nous gérons et conservons la nature de manière soutenable.



CHAPITRE 1

UN SOS POUR LA NATURE

Nous en avons la preuve irréfutable : nous altérons et détruisons la nature à un rythme sans précédent dans l'histoire. L'Indice Planète Vivante 2020 mondial indique une chute moyenne de 68 % des populations de mammifères, d'oiseaux, d'amphibiens, de reptiles et de poissons suivies entre 1970 et 2016. Dans ce chapitre, nous examinerons également la vie dans le sol, sous nos pieds, les insectes, ces « petites choses qui font tourner le monde », et les plantes, qui fournissent tous un soutien fondamental à la vie sur Terre. Observer les êtres vivants de notre planète, du plus grand au plus petit, nous montre que la nature est en sérieux déclin.

Photo : Albatros à sourcils noirs (*Diomedea/Thalassarche melanophrys*) et son poussin dans un nid, Steeple Jason, îles Malouines.



LA BIODIVERSITÉ AU BORD DU GOUFFRE : UN PROBLÈME CONNU DE TOUS

Aujourd’hui, nous avons les preuves que la biodiversité est essentielle à la vie des humains sur Terre et que nous la détruisons à un rythme sans précédent dans l’histoire.

Sir Robert Watson,
Centre Tyndall de recherche
sur le changement climatique

Depuis la révolution industrielle, les activités humaines n’ont de cesse de détruire ou dégrader les forêts, les prairies, les zones humides et autres écosystèmes vitaux, menaçant ainsi notre propre bien-être. Soixante-quinze pour cent de la surface terrestre libre de glace a déjà été considérablement altérée, la plupart des océans sont pollués et les zones humides ont perdu plus de 85 % de leur superficie. Cette destruction des écosystèmes menace d’extinction 500 000 espèces d’animaux et de plantes et 500 000 espèces d’insectes au cours des prochaines décennies ou des prochains siècles. Toutefois, nombre de ces extinctions pourront être évitées si nous conservons et restaurons la nature¹.

Depuis quelques décennies, le changement d’utilisation des terres, principalement la conversion d’habitats vierges (forêts, prairies et mangroves) en systèmes agricoles constitue la cause directe la plus importante de perte de biodiversité terrestre. Une grande partie des océans a été surexploitée. Depuis 1970, ces évolutions sont dues en grande partie au doublement de la population humaine mondiale, à la multiplication par quatre de l’économie mondiale, et à la multiplication par dix des échanges commerciaux.

Notre défi consiste à transformer les pratiques agricoles et de pêche, dont beaucoup ne sont pas soutenables aujourd’hui, en pratiques responsables permettant de produire une nourriture de qualité et abordable, tout en protégeant et en conservant la biodiversité. Pour l’agriculture, cela signifie recourir à des pratiques agroécologiques soutenables, réduire l’utilisation de produits chimiques, d’engrais et de pesticides, et protéger nos sols et nos pollinisateurs.

Si à l’échelle mondiale le changement climatique n’a pas été jusqu’ici la principale cause de perte de biodiversité, dans les prochaines décennies, il devrait devenir aussi, voire plus, important que les autres facteurs. Le changement climatique a des effets néfastes sur la variabilité génétique, la richesse et les populations des espèces, et les écosystèmes. À son tour, la perte de biodiversité peut affecter le climat — par exemple, la déforestation augmente la concentration dans l’atmosphère du dioxyde de carbone, un gaz à effet de serre essentiel. Il est donc essentiel de traiter conjointement les questions de perte de biodiversité et de changement climatique.

Si l'Accord de Paris constitue une étape importante pour lutter contre le changement climatique induit par l'homme, les engagements actuels de ses signataires sont insuffisants pour atteindre les objectifs fixés : maintenir en 2030 le niveau des émissions mondiales actuelles.

Le réchauffement mondial devrait dépasser 1,5°C d'ici le début ou le milieu des années 2030, et 2 °C d'ici 2050-2070. Sans mesures supplémentaires destinées à réduire les émissions de gaz à effet de serre, nous nous dirigeons même vers une augmentation de 3 - 4°C, qui aurait des effets dévastateurs sur la biodiversité et le bien-être humain.

La perte de biodiversité n'est pas qu'un problème environnemental, c'est également un problème de développement, d'économie, de sécurité mondiale, d'éthique et de morale. La perte continue de biodiversité compromettra la réalisation de la plupart des Objectifs de développement durable des Nations unies, y compris l'éradication de la pauvreté et la sécurité alimentaire, hydrique et énergétique. La biodiversité a une valeur économique importante, qui devrait être reconnue dans les systèmes de comptabilité nationale ; c'est une question de sécurité dans la mesure où la perte de ressources naturelles, en particulier dans les pays pauvres en voie de développement, peut conduire à des conflits ; c'est une question éthique, car la perte de biodiversité touche les personnes les plus pauvres qui en dépendent, aggravant davantage un monde déjà inéquitable, et c'est une question morale parce que nous, les humains, ne devrions pas détruire le vivant de la planète.

C'est aussi une question de survie. La biodiversité joue un rôle primordial en nous procurant nourriture, fibres, eau, énergie, médicaments et autres matériels génétiques. Elle est aussi essentielle à la régulation de notre climat, de la qualité de l'eau, de la pollution, des services de pollinisation, et de la lutte contre les inondations et les tempêtes. En outre, la nature sous-tend tous les aspects de la santé humaine en contribuant aussi à des besoins immatériels — comme l'inspiration et l'éducation, le développement physique et psychologique, et la construction de nos identités — qui sont indispensables à la qualité de vie et à l'intégrité culturelle.

En 2019, s'appuyant sur près de 15 000 références et l'expertise de plus de 150 spécialistes des sciences naturelles et sociales issus de plus de 50 pays, **la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES)** a publié sa première évaluation mondiale de l'état de la biodiversité de la Terre, le Rapport d'évaluation mondiale sur la biodiversité et les services écosystémiques¹. Fondé au Panama en 2012 par 94 gouvernements, l'IPBES est un organisme intergouvernemental indépendant qui a pour mission de renforcer l'interface science-politique en matière de biodiversité et de services écosystémiques pour la conservation et l'utilisation soutenable de la biodiversité, le bien-être humain à long terme et le développement durable.

L'INDICE PLANÈTE VIVANTE : UNE ALERTE PRÉCOCE SUR LA SANTÉ DE LA NATURE

L'évolution des populations d'espèces est essentielle pour mesurer globalement la santé des écosystèmes. Les déclinés importants témoignent de l'appauvrissement de la nature, et notre planète s'évertue à tirer la sonnette d'alarme sur les défaillances des systèmes.

Louise McRae, Stefanie Deinet,
Valentina Marconi, Kate Scott-Gatty et
Robin Freeman (ZSL)

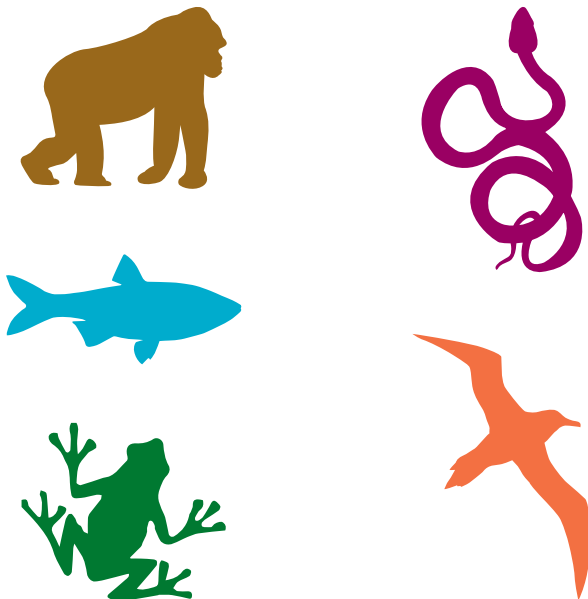
L'Indice Planète Vivante (IPV) suit désormais l'abondance de près de 21 000 populations de mammifères, oiseaux, poissons, reptiles et amphibiens dans le monde. Depuis vingt ans, il utilise les variations connues pour mesurer les changements dans la biodiversité. L'indicateur se base sur des données recueillies auprès de 4 000 sources concernant les populations d'animaux sauvages. La majorité d'entre elles sont accessibles au public et se trouvent dans des publications scientifiques ou dans des répertoires en ligne de données sur le recensement de la faune sauvage tels que l'African Elephant Database² et le portail de données de l'Australian Threatened Species Index³.

Collecter des données sur les évolutions démographiques prend souvent beaucoup de temps et peut s'avérer difficile. De plus en plus, des chercheurs bénévoles donnent de leur temps pour compter des espèces, des oiseaux aux papillons. Grâce à l'un des plus anciens recensements d'oiseaux, le Recensement de Noël des oiseaux d'Audubon, des milliers de personnes comptent les oiseaux d'Amérique du Nord chaque année, et des projets similaires se développent partout dans le monde⁴. Autre exemple, le premier rapport State of India's Birds, qui a été publié en utilisant les données d'observation d'ornithologues, amateurs ou non⁵. L'IPV manque de données pour certaines espèces ou certains lieux qui sont difficiles à surveiller, mais les progrès technologiques devraient changer la donne. En effet, les différentes façons dont sont compilés les ensembles de données sont de plus en plus sophistiquées et variées. Nous utilisons désormais des appareils audio pour enregistrer les bruits des insectes⁶, l'ADN environnemental pour suivre les populations d'espèces spécifiques comme les ours polaires⁷ et des drones pour recenser la faune sauvage avec plus de précision⁸. Les prochaines éditions de l'IPV pourront intégrer ces données au fur et à mesure de leur obtention.

Des milliers de courbes démographiques sont rassemblées dans l'IPV afin d'obtenir depuis 1970 un indice égal à la moyenne des pourcentages de variation des populations (figure 1). Ce pourcentage ne représente pas le nombre de spécimens disparus, mais correspond à la valeur moyenne des effectifs des populations animales suivies sur 46 ans.

Depuis la publication du dernier Indice Planète Vivante en 2018, le nombre d'espèces représentées a augmenté pour la majorité des régions et des groupes taxonomiques, la plus forte croissance concernant les espèces d'amphibiens. De nouveaux moyens de découvrir et d'extraire ces données sont en cours de développement, y compris l'identification automatique des sources de données pertinentes grâce à l'intelligence artificielle. À l'heure actuelle, l'IPV ne contient que des données relatives aux vertébrés car, historiquement, ceux-ci ont été mieux suivis. Des efforts pour intégrer des données relatives aux invertébrés sont en cours afin d'élargir notre compréhension de l'évolution des populations de faune sauvage, à commencer par les insectes, avec entre autres l'« European Grassland Butterfly indicator ».

Comprendre comment les populations d'espèces pourraient évoluer dans les années à venir représente également un défi gigantesque, et grâce à de nouvelles techniques — telles que la modélisation prédictive et l'apprentissage machine — nous commençons à voir comment la faune pourrait réagir aux changements futurs prévus en matière de climat et d'utilisation des terres (voir chapitre 4).



À l'échelle des populations : que nous révèle l'Indice Planète Vivante 2020 ?

L'indice Planète Vivante 2020 mondial indique une chute moyenne de 68 % des populations d'espèces de vertébrés suivies entre 1970 et 2016.

En utilisant les données de 20 811 populations de 4 392 espèces, l'IPV mondial 2020 montre un déclin moyen de 68 % des populations suivies entre 1970 et 2016 (écart : de -73 % à -62 %).

L'indice de cette année englobe près de 400 nouvelles espèces et 4 870 nouvelles populations. En essayant de combler les lacunes des données sur les espèces tropicales, nous avons constaté que la plus grande augmentation concernait la représentation des amphibiens néotropicaux. Ajouter de nouvelles données et de nouveaux taxons dans la base de données Planète Vivante, le corpus de données sur les tendances démographiques essentielles à l'IPV, contribue à faire de cet indice un meilleur reflet des variations de la biodiversité. Ces ajouts nécessitent une actualisation de toutes les valeurs annuelles de l'IPV ce qui explique les différences observées entre chaque version de l'IPV (voir le supplément technique).

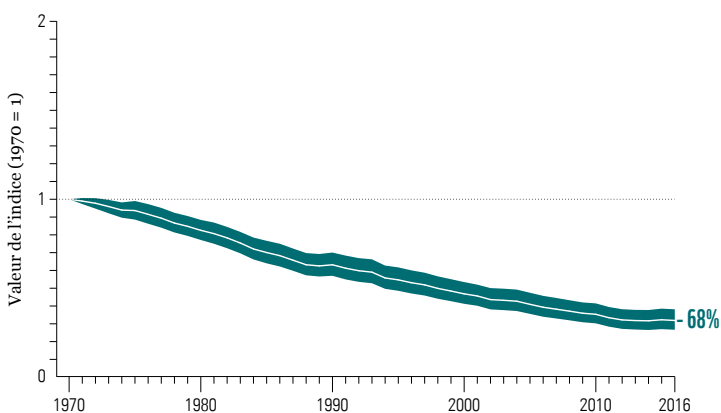
L'IPV mondial 2020 couvre la période de 1970 à 2016, à partir d'une valeur égale à 1 en 1970. L'année 1970 a été choisie comme point de départ commun pour de nombreux indicateurs car on ne dispose pas d'informations suffisantes avant cette période ; et l'IPV s'arrête en 2016, car c'est la dernière année pour laquelle il existe une quantité importante de données laissant assez de temps pour les collecter, les traiter et les publier.

Figure 1: L'Indice Planète Vivante mondial : de 1970 à 2016.

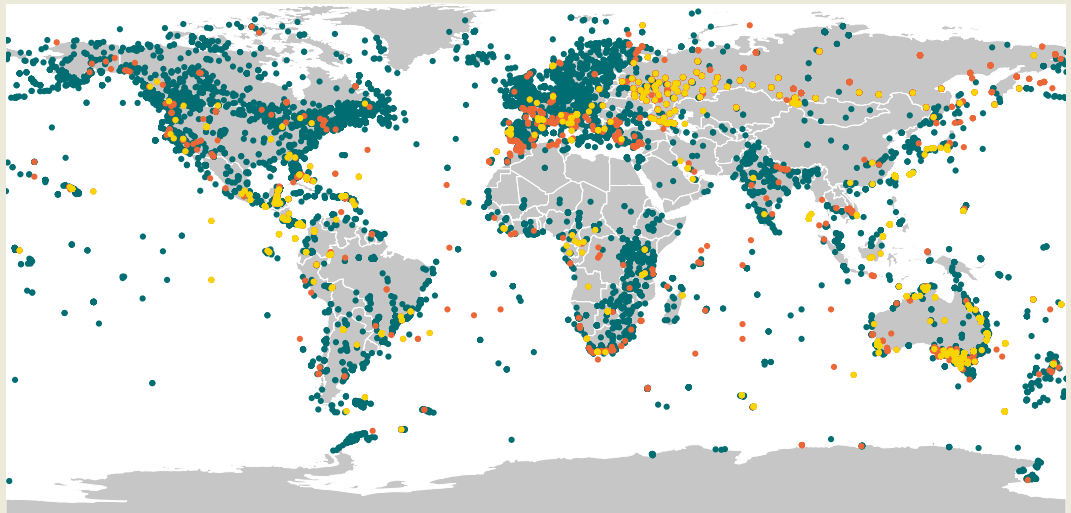
L'abondance moyenne de 20 811 populations représentant 4 392 espèces suivies dans le monde a diminué de 68 %. La ligne blanche indique les valeurs de l'indice, et les zones colorées l'intervalle de confiance entourant la tendance (écart : de -73 % à -62 %). Source : WWF/ZSL (2020)¹⁰⁷.

Légende

- Indice Planète Vivante global
- Intervalle de confiance



L'IPV expliqué



Comment interpréter l'Indice Planète Vivante (IPV)

- Dans le Rapport Planète Vivante 2020, l'Indice Planète Vivante indique le taux moyen de déclin de la taille des populations entre 1970 et 2016, soit 68 %.
- L'IPV suit désormais l'abondance de près de 21 000 populations de mammifères, oiseaux, poissons, reptiles et amphibiens dans le monde.
- L'IPV comprend des données sur les espèces menacées et non menacées - si elles sont suivies de façon constante dans le temps, elles sont prises en compte.
- Les espèces et les populations suivies par l'IPV augmentent, déclinent ou sont stables.
- Environ la moitié des espèces de l'IPV présentent un déclin moyen de la taille de leur population.

Ce que l'IPV ne nous dit pas :

- L'IPV n'indique pas le nombre d'espèces disparues ou éteintes.
- Il ne signifie pas que X % des espèces ou des populations sont en déclin.
- Ou que X% des populations ou des individus ont disparu.

Figure 2 : Localisation des populations d'espèces de l'Indice Planète Vivante.

Carte montrant la localisation des populations suivies dans l'IPV. Les populations nouvellement ajoutées depuis le dernier rapport sont colorées en orange, en jaune les nouvelles espèces de l'IPV. Source : WWF/ZSL (2020)¹⁰⁷.

Légende

- Nouvelles espèces
- Nouvelles populations
- Nouvelles données existantes

La vitesse de déclin de la biodiversité diffère entre régions du monde

L'IPV mondial ne nous donne pas une image complète : il existe des différences dans les courbes d'abondance entre régions, les plus forts déclinés étant observés dans les zones tropicales.

En 2019, l'évaluation mondiale de l'IPBES sur l'état de la biodiversité a divisé le monde en différentes régions géographiques (figure 3) afin de réaliser des évaluations régulières et opportunes de la biodiversité, des services écosystémiques, de leurs liens, de ce qui les menace et de leurs impacts aux niveaux régional et sous-régional¹. Recourir à une échelle spatiale plus réduite

de régions et de sous-régions, plutôt qu'une approche globale, permet également de suivre de manière plus ciblée les progrès accomplis dans la réalisation des objectifs définis dans le cadre de la Convention sur la diversité biologique, y compris les objectifs biodiversité d'Aichi, les Objectifs de développement durable et les Stratégies et Plans d'Action Nationaux pour la Diversité Biologique.

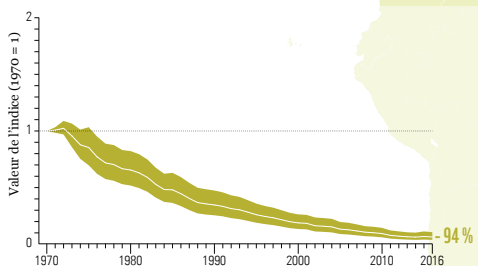
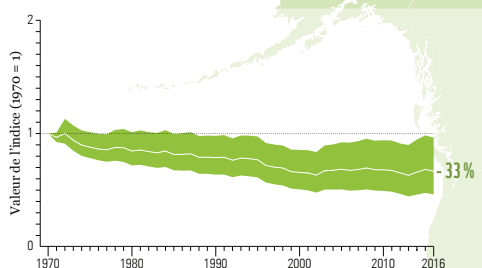
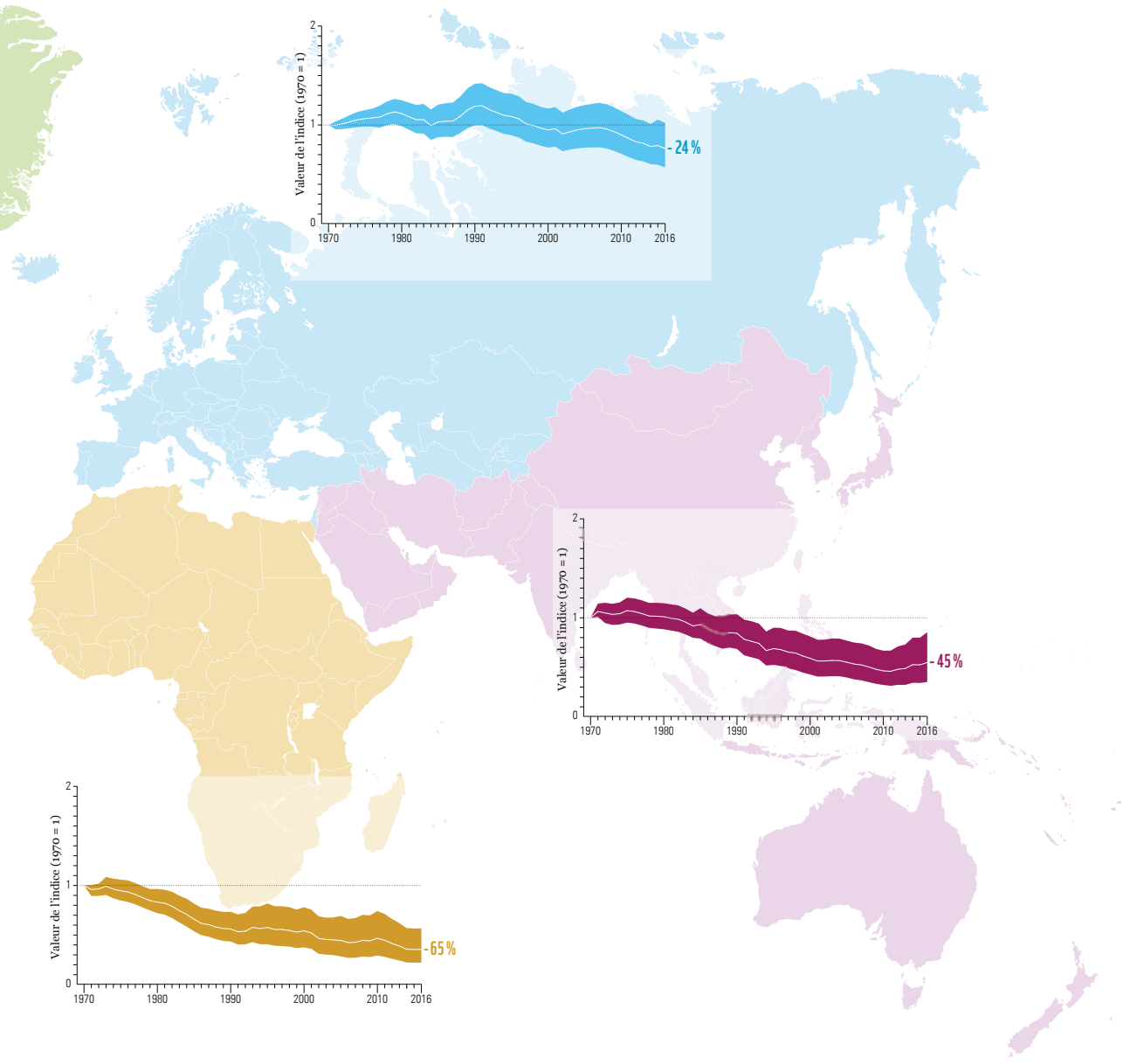


Figure 3 :
L'indice Planète Vivante pour chaque région de l'IPBES : de 1970 à 2016⁹

La ligne blanche indique les valeurs de l'indice, et les zones colorées l'intervalle de confiance entourant la tendance (95 %). Tous les indices sont pondérés en fonction de la richesse spécifique dans les systèmes terrestres et d'eau douce, donnant un poids plus important aux groupes taxonomiques riches en espèces. Source : WWF/ZSL (2020)¹⁰⁷.

En 2020, afin de s'aligner sur l'IPBES, les Indices Planète Vivante régionaux ont été découpés de manière légèrement différente par rapport aux années précédentes. Sur la base des classifications régionales de la figure 3, toutes les populations terrestres et d'eau douce d'un pays ont été affectées à une région IPBES. En ce qui concerne les Amériques, elles ont été divisées en deux : Amérique du Nord et Amérique latine et Caraïbes

(Mésio-Amérique, Caraïbes et Amérique du Sud réunies). Les variations pour chaque groupe d'espèces sont pondérées en fonction du nombre d'espèces présentes dans chaque région IPBES. Les menaces qui pèsent sur les populations de chaque région sont présentées à la page 21, et le détail des tendances se trouve dans le supplément technique.



Les menaces sur la biodiversité

Les changements dans l'utilisation des terres et des mers, y compris la perte et la dégradation de l'habitat



Ce sont les modifications de l'environnement où vit une espèce, que ce soit la disparition complète de l'habitat clé, sa fragmentation ou l'altération de sa qualité. Les changements fréquents dans l'utilisation ont pour causes l'agriculture non soutenable, l'exploitation forestière, le transport, les aménagements résidentiels ou commerciaux, la production d'énergie et l'extraction minière. Pour les habitats d'eau douce, la fragmentation des fleuves et des rivières et le prélèvement d'eau constituent les menaces courantes.

Surexploitation des espèces



Il existe des formes directes et indirectes de surexploitation. La surexploitation directe fait référence à la chasse, au braconnage ou aux exploitations non soutenables, qu'ils soient pratiqués à des fins commerciales ou de subsistance. On parle de surexploitation indirecte lorsque des espèces non ciblées sont tuées involontairement, comme les prises accessoires de pêche.

Espèces envahissantes et maladies



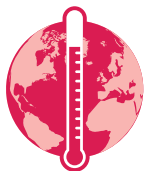
En concurrençant les espèces autochtones pour s'approprier l'espace, la nourriture et d'autres ressources, les espèces envahissantes peuvent s'avérer être de véritables prédatrices ou propager des maladies auparavant absentes de l'environnement. Les êtres humains transportent eux aussi de nouvelles maladies d'une région du globe à une autre.

Pollution



La pollution peut affecter directement une espèce en rendant l'environnement inadapté à sa survie (c'est ce qui se produit, par exemple, en cas de marée noire). Elle peut également avoir un impact indirect sur une espèce, en affectant la disponibilité de la nourriture ou les capacités reproductives, réduisant ainsi les effectifs de la population au fil du temps.

Changement climatique



Face aux changements de température, certaines espèces doivent s'adapter en se déplaçant géographiquement pour retrouver un climat approprié. Les effets du changement climatique sur les espèces sont souvent indirects. Les changements de température peuvent brouiller les signaux qui déclenchent des événements saisonniers, tels que la migration et la reproduction, et les faire survenir au mauvais moment (par exemple, en dissociant la reproduction et la période où la nourriture est la plus abondante dans un habitat spécifique).

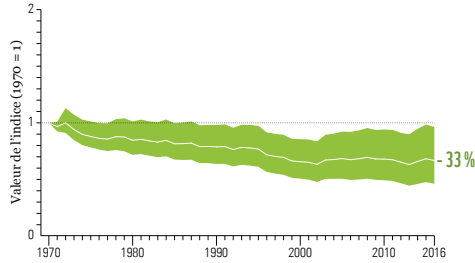
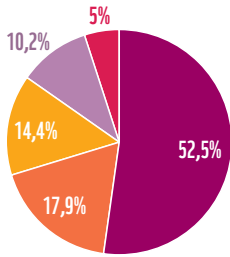
Figure 4 : Les différents types de menaces dans la base de données Planète vivante

Descriptions des différentes catégories de menaces principales utilisées dans la base de données Planète Vivante. Cette classification reflète les facteurs directs ayant l'impact mondial le plus important, tels qu'identifiés par l'IPBES⁹ ; elle est également suivie par la Liste Rouge de l'UICN et se base sur la classification originale de Salafsky, N. et coll.¹⁰. Source : WWF/ ZSL (2020)¹⁰⁷.

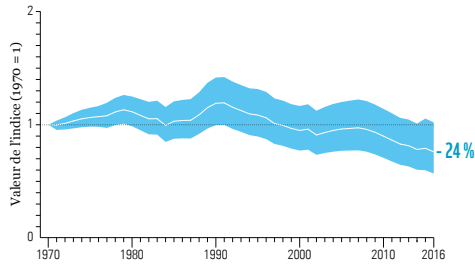
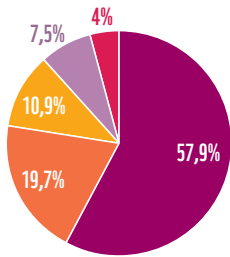
Figure 5 : La proportion de menaces enregistrées dans chaque catégorie pour les populations de chaque région IPBES⁹

Le nombre de populations pour lesquelles des données sur les menaces sont disponibles est indiqué à côté du camembert diagramme¹⁰⁷. La couleur de chaque section correspond sur la page opposée à la couleur de chaque catégorie de menace.

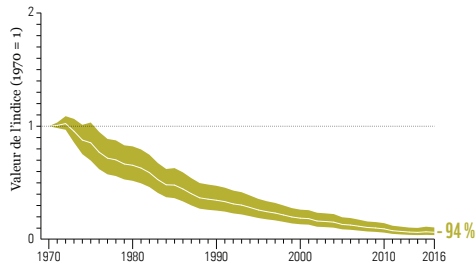
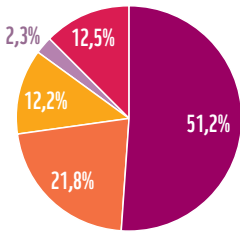
Les menaces régionales pesant sur les populations de l'IPV



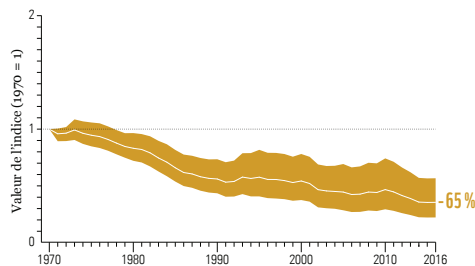
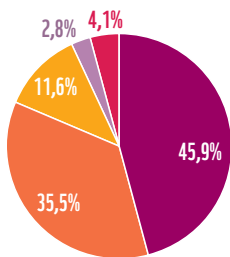
AMÉRIQUE DU NORD



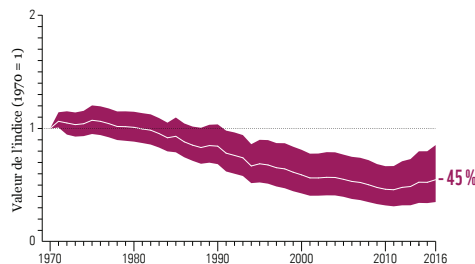
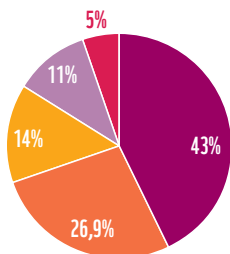
EUROPE ET ASIE CENTRALE



AMÉRIQUE LATINE ET CARAÏBES



AFRIQUE



ASIE - PACIFIQUE

Zoom sur l'Amérique latine et les Caraïbes

La baisse de 94 % de l'IPV pour les sous-régions tropicales des Amériques est le déclin le plus important jamais observé dans le monde. La conversion des prairies, des savanes, des forêts et des zones humides, la surexploitation des espèces, le changement climatique et l'introduction d'espèces exotiques sont des facteurs clés de ce déclin.

Stefanie Deinet et Louise McRae (ZSL),
Paula Valdujo (WWF-Brésil) et Marcio
Martins (université de São Paulo)

Une grande partie du déclin global de l'IPV 2020 de l'Amérique latine et des Caraïbes est due à des tendances très négatives chez les reptiles, les amphibiens et les poissons — des groupes qui, selon nos données, sont chacun touchés par un cocktail de menaces différentes. Pour les reptiles, il s'agit par exemple du changement d'utilisation des terres et de la surexploitation. Les poissons d'eau douce sont les plus touchés par la surexploitation dans cet ensemble de données ; de plus, la fragmentation de l'habitat due au développement de l'hydroélectricité affecte déjà gravement les populations dans cette région¹¹ et devrait prendre davantage d'ampleur dans le futur¹².

Les plus grandes menaces qui pèsent sur les amphibiens sont les maladies et la perte d'habitat. La forêt atlantique brésilienne a perdu 87,6 % de sa végétation naturelle depuis 1500, principalement au cours du siècle dernier, avec pour conséquences l'extinction d'au moins deux espèces d'amphibiens et la menace d'extinction de 46 espèces¹³. Le taux d'infection d'un Chytridiomycète (un champignon) qui touche les amphibiens du monde entier est particulièrement élevé chez les amphibiens de la forêt atlantique¹⁴ ; combiné au changement climatique et au changement d'utilisation des terres, cela pourrait avoir un impact encore plus dramatique sur leurs populations dans les prochaines décennies.

Plus de 2 000 espèces d'amphibiens sont menacées d'extinction¹⁵, soit l'estimation actuelle la plus élevée parmi les groupes de vertébrés. Pour les amphibiens de l'IPV, les maladies constituent la principale menace enregistrée. À El Copé, dans les hautes terres du centre du Panama, le Chytridiomycète a entraîné une mortalité massive, avec pour conséquence la disparition de 30 espèces d'amphibiens, et la diversité de la communauté locale d'amphibiens s'en est trouvée fortement réduite.¹⁶

Photo : Grenouille arboricole sous la pluie, Parc national de Manú, Pérou.

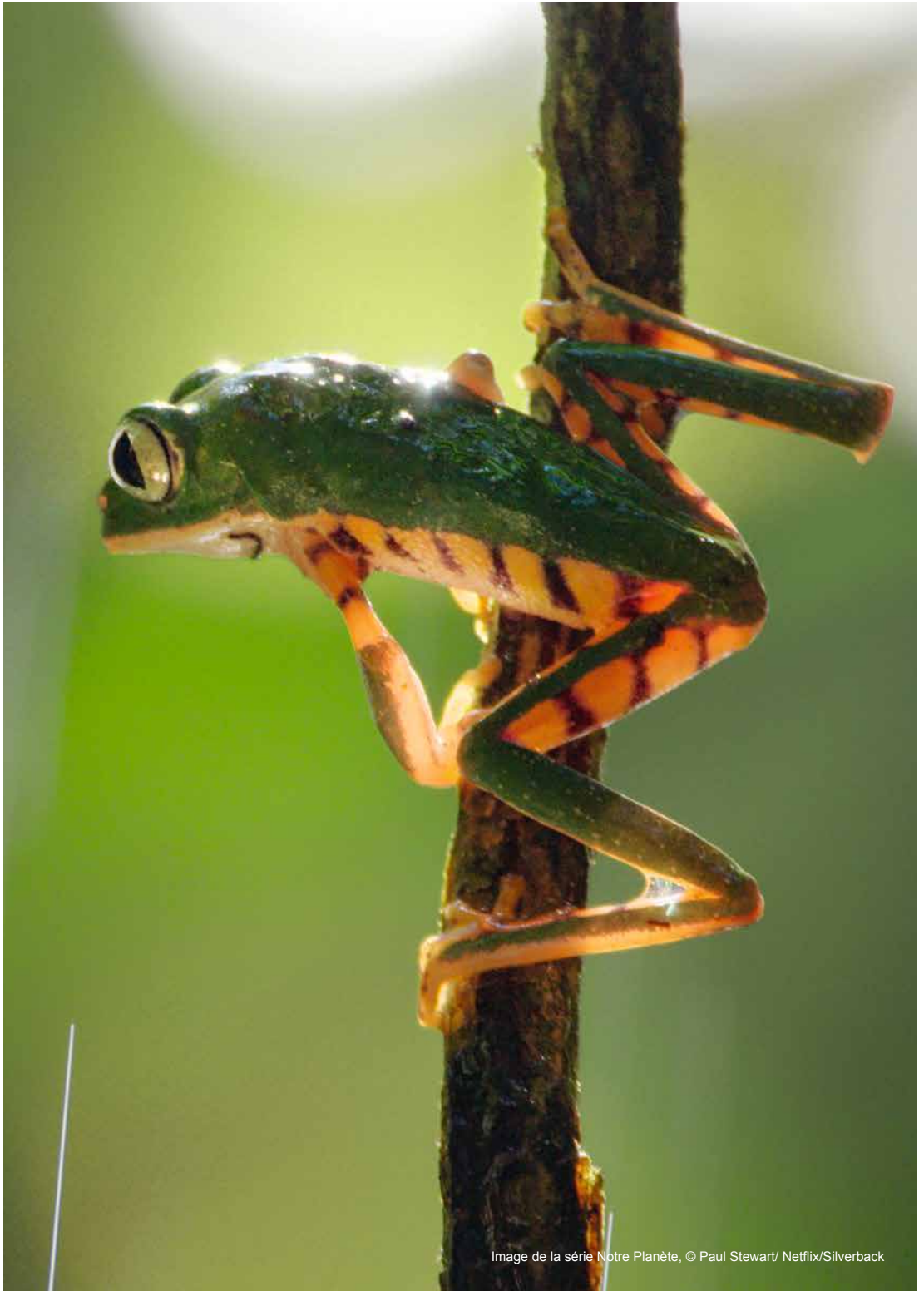


Image de la série Notre Planète, © Paul Stewart/ Netflix/Silverback

L'Indice Planète Vivante Eau Douce

En moyenne, les tendances démographiques des espèces d'eau douce suivies semblent être en forte baisse, la mégafaune étant particulièrement menacée.

Louise McRae, Stefanie Deinet,
Valentina Marconi, Kate Scott-Gatty
et Robin Freeman (ZSL)

Près d'une espèce d'eau douce sur trois est menacée d'extinction, tous les groupes taxonomiques présentant un risque d'extinction plus élevé dans l'eau douce que sur terre¹⁰⁶. Si l'on examine les tendances démographiques à l'aide de l'Indice Planète Vivante, on observe un tableau identique.

Les 3 741 populations suivies — représentant 944 espèces de mammifères, oiseaux, amphibiens, reptiles et poissons — de l'Indice Planète Vivante Eau Douce ont diminué en moyenne de 84 % (écart : de -89 % à -77 %), ce qui équivaut à 4 % par an depuis 1970. La plupart des déclinés sont observés chez les amphibiens, les reptiles et les poissons d'eau douce. Ils sont enregistrés dans toutes les régions, en particulier en Amérique latine et dans les Caraïbes.

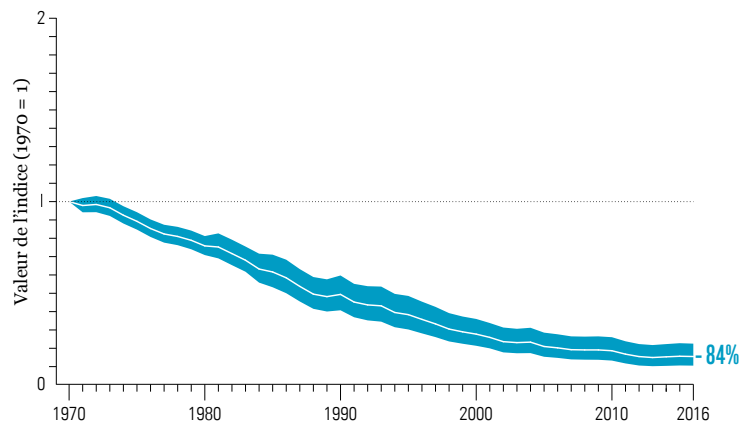
La dégradation de l'habitat par la pollution ou la modification des débits, la surexploitation, les espèces envahissantes¹⁰⁸ et l'extraction du sable des rivières¹⁰⁹ font partie des menaces qui pèsent sur les espèces d'eau douce. Les mesures de conservation ont du mal à cibler les espèces ou les habitats d'eau douce¹¹⁰⁻¹¹², en partie parce que la protection des milieux d'eau douce nécessite souvent des efforts à grande échelle et multisectoriels.¹¹³.

Figure 6 : L'Indice Planète Vivante Eau Douce : de 1970 à 2016

L'abondance moyenne de 3 741 populations d'eau douce, représentant 944 espèces suivies dans le monde, a diminué en moyenne de 84 %. La ligne blanche indique les valeurs de l'indice et les zones colorées l'intervalle de confiance entourant la tendance (écart : de -89 % à -77 %).
Source : WWF/ZSL (2020)¹⁰⁷.

Légende

- Indice Planète Vivante Eau Douce
- Intervalle de confiance



Plus grosse est la taille, plus grande est la menace

Les espèces de grande taille, comparée à celle des autres espèces du même groupe taxonomique, sont parfois appelées « mégafaune ». Dans le monde entier, ces espèces sont particulièrement menacées¹¹⁴ : elles ont tendance à moins bien résister aux changements de l'environnement, car elles ont généralement besoin d'habitats grands et complexes, se reproduisent à un âge plus tardif de leur vie, et ont moins de petits¹¹⁵.

Dans l'écosystème d'eau douce, la mégafaune est constituée d'espèces qui peuvent atteindre plus de 30 kg, comme l'esturgeon et le poisson-chat géant du Mékong, les dauphins de rivière, les loutres, les castors et les hippopotames. Ils sont soumis à d'intenses menaces anthropiques¹¹⁶, dont la surexploitation¹¹⁴, à l'origine des forts déclin des populations observées¹¹⁷. Les méga-poissons sont particulièrement vulnérables. Ainsi, alors qu'entre 2000 et 2015, les captures dans le bassin du Mékong ont notamment diminué pour 78 % des espèces, ces déclin sont plus marqués pour les espèces de taille moyenne à grosse¹¹⁸. Les grands poissons sont également fortement impactés par la construction de barrages qui bloquent leurs voies migratoires, les empêchant de rejoindre leurs zones de frai et d'alimentation^{116,119}.

Une collaboration transfrontalière à grande échelle est nécessaire pour protéger efficacement les espèces d'eau douce¹¹³, et certains efforts de conservation persistants se sont avérés fructueux. Le castor d'Europe (*Castor fiber*), par exemple, a été réintroduit dans de nombreux pays dont il avait disparu, comme en République tchèque, Estonie, Finlande, Suède et Royaume-Uni¹²⁰.

Photo : Gros plan de la tête d'un lamantin des Caraïbes (*Trichechus manatus*) sous l'eau, Crystal River, Floride.



L'Indice Planète Vivante, un indicateur parmi d'autres, révèle de graves déclin au cours des dernières décennies

Les changements provoqués par l'homme sont si importants que de nombreux scientifiques pensent que nous entrons dans une nouvelle ère géologique : l'Anthropocène. Mesurer la biodiversité, la variété de tous les êtres vivants, demeure complexe, et il n'existe pas de mesure unique qui puisse saisir tous les changements dans cette immense toile de la vie. Néanmoins, la grande majorité des indicateurs montre un déclin net au cours des dernières décennies.

Piero Visconti (IIASA), Robin Freeman (ZSL)



L'IPV mesure l'abondance des populations de milliers d'espèces de vertébrés dans le monde. D'autres indices permettent d'effectuer d'autres mesures, ou ont une portée taxonomique plus large, nous donnant des informations différentes sur la façon dont la biodiversité répond aux pressions humaines, ainsi que sur les interventions de conservation. Les indicateurs de l'étendue et de l'état structurel des écosystèmes, de la composition des communautés écologiques et des populations d'espèces montrent, dans leur grande majorité, un net déclin au cours des dernières décennies¹⁷. Dans ce rapport, nous avons inclus l'Indice Liste Rouge de l'UICN qui mesure le risque d'extinction, l'Indice d'Abondance Moyenne des Espèces et l'Indice Intégrité de la Biodiversité qui examinent les changements dans la composition des communautés d'espèces, et l'Indice Habitat des Espèces qui mesure les changements dans la répartition des espèces.

Stuart Butchart (BirdLife International),
Craig Hilton-Taylor (UICN)



Risque d'extinction : l'Indice Liste Rouge de l'UICN

Depuis 1500¹, l'être humain a entraîné l'extinction d'au moins 680 espèces de vertébrés, le groupe taxonomique le mieux étudié. Cela équivaut à environ 1 % de ce groupe. De nombreuses autres espèces sont aujourd'hui fortement menacées d'extinction en raison des impacts humains. La Liste Rouge de l'UICN représente le système le plus complet et le plus objectif pour évaluer le risque relatif d'extinction des espèces. Plus de 100 000 espèces ont désormais été évaluées grâce aux informations sur les caractéristiques du cycle biologique, l'effectif et la structure des populations et de la répartition, et leur évolution dans le temps, pour classer chaque espèce dans une de ces huit catégories : Éteinte, Éteinte à l'état sauvage, En danger critique, En danger, Vulnérable, Quasi menacée,

Préoccupation mineure ou Données insuffisantes. À l'aide de ces huit catégories, l'Indice Liste Rouge (ILR) montre les tendances dans le temps de la probabilité de survie de cinq taxons, dans lesquels toutes les espèces ont été évaluées au moins deux fois. Les valeurs de référence de l'ILR sont disponibles pour une série de groupes supplémentaires qui n'ont été évalués qu'une seule fois. Ces données montrent que les cycadées (un taxon ancien de plantes) sont les plus menacées, tandis que les coraux connaissent le déclin le plus rapide.

Composition de la communauté : l'Indice d'Abondance Moyenne des Espèces et l'Indice Intégrité de la Biodiversité

Andy Purvis (Natural History Museum)



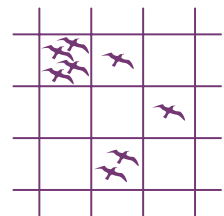
COMPOSITION

Des communautés biologiques peuvent radicalement changer sous l'effet des pressions humaines par rapport à la façon dont elles auraient évolué dans des conditions non perturbées, même si aucune espèce ne disparaît localement. Le suivi de la composition des communautés — les espèces présentes et leur abondance locale — peut donner une indication à la fois sur l'intégrité et le fonctionnement des écosystèmes. L'Indice d'Abondance Moyenne des Espèces (MSA)¹⁸ et l'Indice Intégrité de la Biodiversité (IIB)¹⁹, sont deux indices modélisés qui estiment l'intégrité des communautés animales et végétales dans l'espace. Ces indices varient de 100 à 0 %, 100 représentant un environnement naturel intact avec une empreinte humaine faible ou inexistante. L'indice MSA est passé à 66 % de sa valeur avant impact et diminue de 1,1 % par décennie, tandis que l'IIB est passé à 79 % de sa valeur avant impact et diminue de 0,8 % par décennie¹. Le MSA et l'IIB devraient tous deux continuer à décliner si les tendances socio-économiques n'évoluent pas.

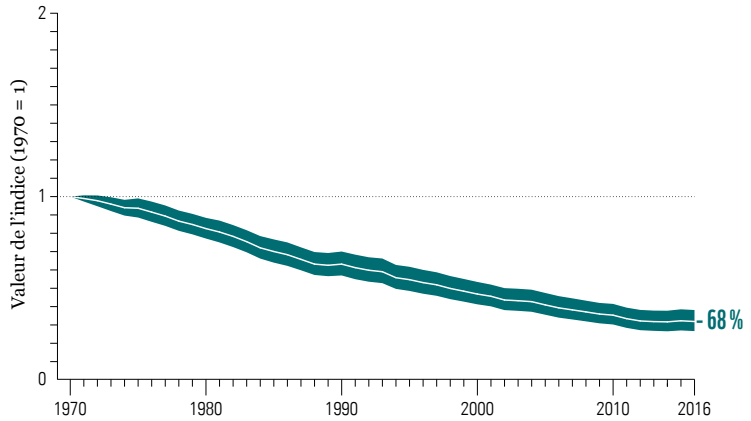
Walter Jetz (université de Yale)

Répartition des espèces : l'Indice Habitat des Espèces

La répartition des espèces est dynamique par nature, les populations locales s'adaptant constamment à leur environnement. L'ampleur de ces dynamiques a toutefois été fortement modifiée par les pressions humaines, en particulier celles qui ont entraîné la perte d'habitats. L'Indice Habitat des Espèces identifie les changements dans la répartition des espèces et intègre les informations sur les préférences des espèces en matière d'habitat, les données observées ou modélisées sur la perte et la restauration de l'habitat, la fragmentation de ce dernier et le changement climatique. Cet indice a diminué de 1 % par décennie depuis 1970²⁰, et, en moyenne, la répartition géographique des mammifères terrestres, seul groupe pour lequel la répartition de référence a pu être estimée, a été réduite à 83 % des valeurs avant impact²¹.



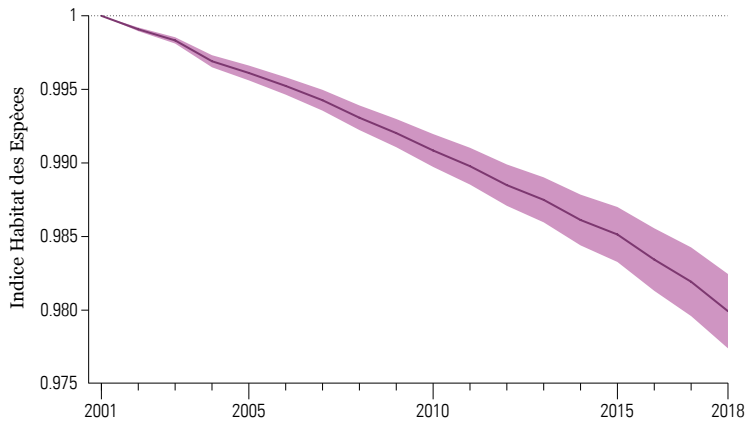
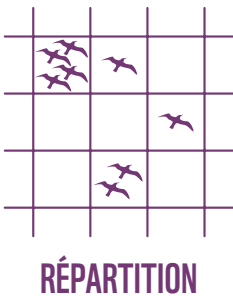
RÉPARTITION



Indice Planète Vivante

L'Indice Planète Vivante (IPV) suit désormais l'abondance de près de 21 000 populations de mammifères, oiseaux, poissons, reptiles et amphibiens dans le monde⁸. En utilisant les données de 20 811 populations de 4 392 espèces, l'IPV mondial 2020

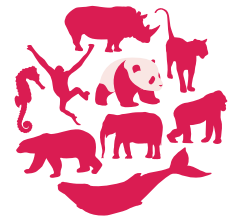
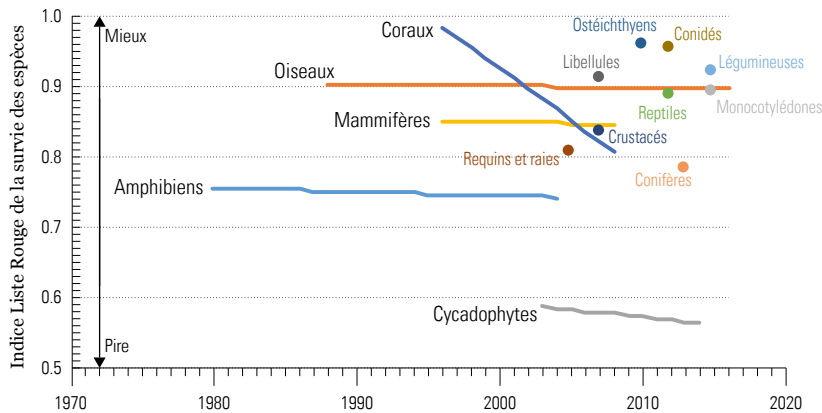
montre un déclin moyen de 68 % des populations suivies entre 1970 et 2016 (écart : de - 73 % à - 62 %). La modification de l'indice exprimé en pourcentage ne représente pas le nombre de spécimens disparus, mais correspond à la valeur moyenne des effectifs des populations animales suivies sur 46 ans.



Indice Habitat des Espèces

Le changement d'utilisation des terres par l'homme, auquel s'ajoute le changement climatique modifient les paysages dans le monde entier. La surveillance par télédétection et les projections basées sur des modèles permettent de saisir de manière de plus en plus précise et quasi globale l'évolution de la couverture terrestre. L'Indice Habitat des Espèces (IHE) mesure les impacts pour les populations d'espèces^{8,9}. Pour des milliers d'espèces dont l'association à des habitats est

reconnue au plan mondial, l'indice mesure les pertes de surface de l'habitat propice à partir des changements d'habitats observés ou modélisés¹⁰. Entre 2000 et 2018, l'indice a baissé de 2 %, ce qui indique une diminution importante et générale des habitats disponibles pour les espèces. Pour certaines régions et espèces, la diminution des IHE est beaucoup plus marquée, les pertes en pourcentage à deux chiffres suggérant des réductions importantes de la taille totale des populations, et donc des fonctions écologiques fondamentales remplies par les espèces.

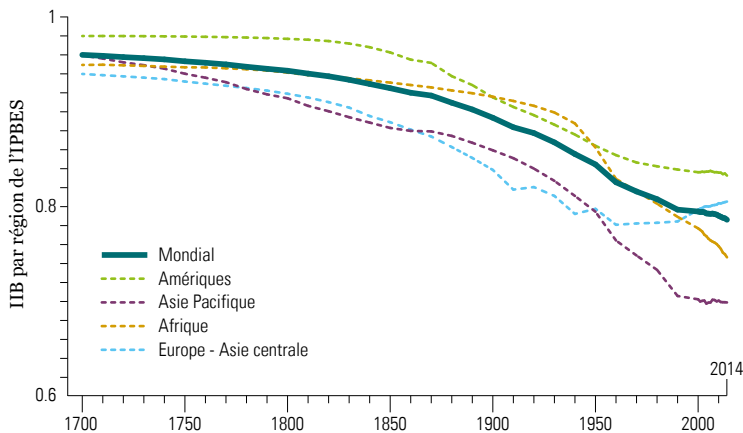


RISQUE D'EXTINCTION

Indice Liste Rouge

L'indice Liste Rouge (ILR), basé sur les données de la liste rouge⁸⁵ des espèces menacées de l'UICN, montre l'évolution de la probabilité de survie (l'inverse du risque d'extinction) dans le temps⁸⁶. Une valeur de 1.0 s'applique lorsque toutes les espèces d'un groupe ont le statut de Préoccupation mineure (c'est-à-dire qu'il n'est pas prévu qu'elles disparaissent dans un

avenir proche). Une valeur de 0 s'applique lorsque toutes les espèces d'un groupe ont disparu (catégorie Éteinte). Une valeur constante dans le temps indique que le risque global d'extinction pour le groupe est inchangé. Si le taux de perte de biodiversité diminuait, l'Indice afficherait une tendance à la hausse. Une baisse de l'indice signifie que les espèces sont poussées vers l'extinction à un rythme accéléré.



COMPOSITION

Indice Intégrité de la Biodiversité

L'Indice Intégrité de la Biodiversité (IIB) évalue la proportion moyenne de biodiversité présente à l'origine dans les communautés écologiques terrestres d'une région. Il cible les effets de l'utilisation des terres et des pressions liées aux principaux facteurs de perte de biodiversité à ce jour^{11,12}. Parce qu'il est estimé sur un très large ensemble d'espèces animales et végétales d'une grande diversité écologique, l'IIB est un indice utile pour mesurer la capacité des écosystèmes à fournir des bénéfices

aux populations (services écosystémiques). C'est pourquoi il est utilisé dans le cadre des limites planétaires en tant qu'indicateur de l'intégrité de la biosphère¹³. L'IIB moyen mondial (79 %) est bien en deçà de la limite inférieure de sécurité proposée (90 %) et il continue de baisser, en particulier en Afrique¹⁴, ce qui laisse supposer que la biodiversité terrestre de la planète est déjà dangereusement compromise. L'IIB est très faible dans certaines régions comme l'Europe occidentale où l'utilisation intensive des terres perdure depuis des siècles.

Explorer les tendances des plus petites créatures jusqu'à la canopée

Le suivi des êtres vivants de notre planète, des plus grands aux plus petits, nous montre que la nature est soumise à une pression considérable. Les tigres et les ours polaires sont des espèces emblématiques très connues dans l'histoire du déclin de la biodiversité, mais qu'en est-il des milliards d'espèces minuscules ou encore non découvertes, également menacées ? Que se passe-t-il pour la vie dans nos sols, cette biodiversité qui joue un rôle essentiel dans les services écosystémiques dont nous dépendons ? Et qu'en est-il des insectes des régions tropicales à la lumière des études menées en Amérique du Nord et en Europe qui pourraient constituer une première alerte pour le reste du monde ? Pour la première fois, ce *Rapport Planète Vivante* examine également la situation des plantes, qui apportent un soutien fondamental à la vie sur Terre et sont à la base de tous les écosystèmes terrestres ou presque.

Le nombre d'extinctions documentées de plantes terrestres est deux fois plus élevé que celui des mammifères, des oiseaux et des amphibiens regroupés.

Photo : Mégachile (*Megachile* sp) et asclépiade, Highmore, Dakota du Sud, États-Unis d'Amérique.





BIODIVERSITÉ DES SOLS : SAUVER LE MONDE SOUS NOS PIEDS

Le sol est un élément essentiel de notre environnement. Pourtant, la plupart des gens ignorent totalement ou sous-estiment le rôle vital que joue la biodiversité des sols dans les services écosystémiques dont nous dépendons.

Monica Kobayashi
et Ronald Vargas (FAO/PMS)

Le sol abrite l'un des plus grands réservoirs de biodiversité sur Terre : jusqu'à 90 % des organismes vivants dans les écosystèmes terrestres, y compris certains pollinisateurs, passent une partie de leur cycle de vie dans les habitats du sol²⁹. La variété des composants du sol, remplis d'air et d'eau, crée une incroyable diversité d'habitats pour une myriade d'organismes du sol distincts qui sous-tendent notre vie sur cette planète.

Outre la production alimentaire, la biodiversité des sols fournit une vaste gamme de fonctions et de services écosystémiques, y compris la formation des sols, la rétention et la purification de l'eau, le cycle des nutriments, la dégradation de certains contaminants du sol et la régulation des gaz à effet de serre, ainsi que le maintien de la santé des plantes, des animaux et des êtres humains.

Sans la biodiversité des sols, les écosystèmes terrestres risqueraient de s'effondrer. Nous savons maintenant que la biodiversité de surface et la biodiversité souterraine sont en constante collaboration,³⁰⁻³² et qu'une meilleure compréhension de cette relation aidera à mieux prévoir les conséquences de la perte de biodiversité.

D'après *The Status of the World's Soil Resources*³³, la perte de biodiversité des sols est considérée comme l'une des principales menaces pesant sur les terres dans de nombreuses régions du monde. Parmi les réponses visant à inverser la courbe de la perte de biodiversité figurent l'utilisation soutenable des ressources génétiques du sol et l'amélioration de la gestion du sol pour sauvegarder le biote du sol ainsi que ses multiples fonctions³⁴. Les futurs systèmes agricoles devront peut-être combiner des pratiques traditionnelles, des solutions fondées sur la nature et de nouvelles technologies telles que l'intelligence artificielle, le séquençage de l'ADN et l'agriculture de précision basée sur le microbiome.

En outre, les politiques relatives à l'utilisation des terres, à l'agriculture, à la restauration des écosystèmes, à l'atténuation du changement climatique et à l'adaptation à celui-ci, à la dépollution et à l'urbanisme devraient mettre en évidence l'importance de sols sains afin de réduire les menaces qui pèsent sur la biodiversité des sols et sur les personnes.

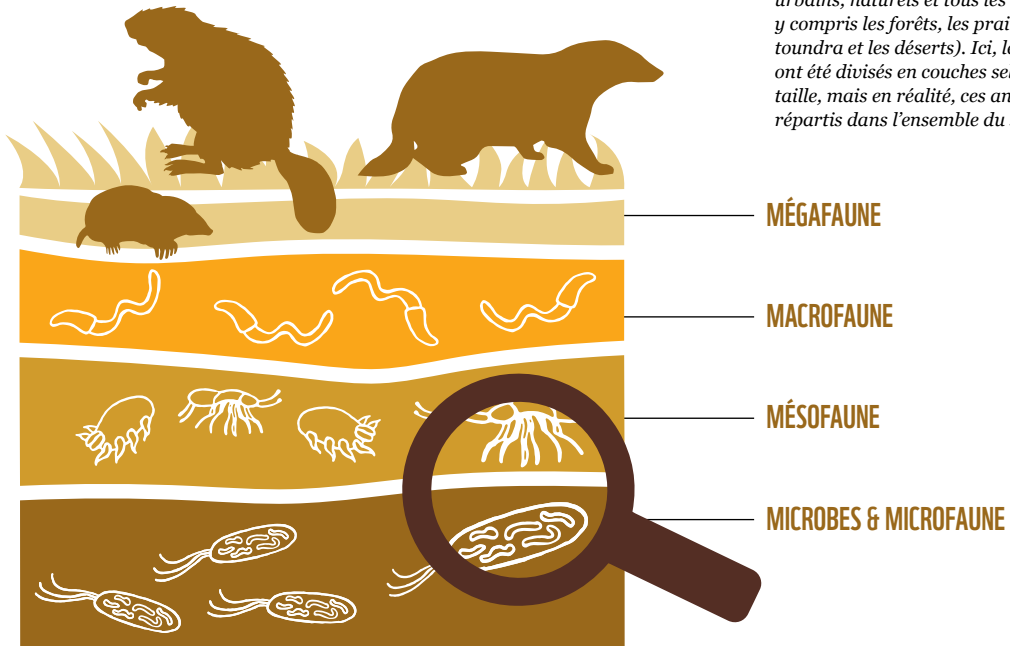


Figure 7 : Communautés du sol : la biodiversité des sols soutient les écosystèmes terrestres (agricoles, urbains, naturels et tous les biomes, y compris les forêts, les prairies, la toundra et les déserts). Ici, les animaux ont été divisés en couches selon leur taille, mais en réalité, ces animaux sont répartis dans l'ensemble du sol.

Les organismes du sol vont de 20 nm à 20-30 cm et sont traditionnellement répartis en quatre classes de taille^{121, 122, 123}.

La mégafaune (20 mm et plus) est constituée de vertébrés (mammifères, reptiles et amphibiens). Ils créent une hétérogénéité spatiale à la surface du sol et dans son profil grâce à leurs mouvements.

La macrofaune (2 mm-20 mm) est constituée de grands invertébrés du sol (vers de terre, enchytréides, cloportes, myriapodes, larves d'insectes). Véritables ingénieurs des écosystèmes, ils se déplacent dans le sol, perturbant ainsi ce dernier et augmentant sa perméabilité à l'eau ainsi que son aération, et créant de nouveaux habitats pour des organismes plus petits. Leurs excréments sont propices à la diversité et l'activité microbiennes.

La mésofaune (0,1-2 mm) est constituée de microarthropodes du sol (acariens, aptérygotes, petites larves d'insectes). Ils vivent dans des cavités du sol remplies d'air et forment des microagrégats coprogènes, augmentent la surface des interactions biochimiques actives dans le sol et participent à la transformation de la matière organique du sol.

Les microbes (virus, bactéries, archées, champignons ; 20 nm-10 µm) et la **microfaune** (protozoaires et nématodes du sol ; 10 µm - 0,1 mm) vivent principalement dans les solutions du sol : l'eau gravitaire, capillaire et hygroscopique ; ils participent à la décomposition de la matière organique du sol, ainsi qu'à l'érosion des minéraux dans le sol. Leur diversité dépend des conditions des microhabitats et des propriétés physico-chimiques des horizons pédologiques.

Biodiversité des sols et écosystèmes agricoles

C'est la biodiversité des sols qui nous maintient en vie, aussi devons-nous veiller à ne pas la détruire. Avec cela à l'esprit, le Centre commun de recherche de la Commission européenne mène des analyses génétiques des sols dans l'Union européenne afin de mesurer le lien entre leur diversité, les utilisations spécifiques des terres et la présence de polluants.

Monica Kobayashi
et Ronald Vargas (FAO/PMS)
et Alberto Orgiazzi
et Arwyn Jones (CCR)

Le rapport sur *L'état de la Biodiversité dans le monde pour l'alimentation et l'agriculture*³⁵, a découvert que de nombreuses espèces vivent dans et autour des systèmes de production, en particulier les micro-organismes et les invertébrés, n'ont jamais été étudiées. Dans de nombreux cas, les contributions de composantes spécifiques de la biodiversité aux systèmes de production sont mal comprises. Une plus grande diversité des organismes du sol entraîne une augmentation des fonctions de ce dernier et de la fourniture de services, par exemple, en favorisant la croissance des plantes et en améliorant l'efficacité dans l'utilisation des nutriments³⁶. Le biote du sol contribue également à renforcer la résilience et à contrôler, prévenir ou supprimer les ravageurs et les maladies³⁷. La diversification des systèmes agricoles et l'amélioration de la couverture forestière peuvent également contribuer à renforcer la biodiversité souterraine et de surface et, par conséquent, les services écosystémiques qu'elle fournit³⁸. Comprendre et promouvoir cette dynamique des sols pourraient non seulement aider à protéger les plantes, les animaux et les hommes, mais aussi nous aider à vivre en harmonie avec la nature.

Outre l'agriculture, le Centre commun de recherche (CCR) de la Commission européenne a identifié les principaux facteurs de pression sur les organismes du sol. On y trouve le changement climatique (la température et les précipitations ont tous deux des effets importants sur les communautés vivant dans le sol), le changement d'utilisation des terres (en particulier l'imperméabilisation des sols causée par des couches étanches telles que l'asphalte ou le béton), la fragmentation des habitats, l'exploitation humaine intensive, la diminution de la matière organique des sols, la pollution (y compris les émissions industrielles), ainsi que l'introduction et la propagation d'espèces exotiques envahissantes³⁹.

Les chercheurs commencent à mieux comprendre la complexité de la biodiversité des sols, composée de micro-organismes, de macro et de mégafaune. Certaines menaces, comme les pesticides, peuvent potentiellement ne toucher qu'une seule entité des organismes

vivant dans le sol, et à des niveaux d'intensité différents. Cependant, la perte d'un seul élément peut anéantir toute la chaîne alimentaire. D'autres menaces, telles que l'érosion ou l'imperméabilisation des sols, peuvent entraîner la perte complète — et dans certains cas irréversible — des habitats⁴⁰.

C'est pourquoi le CCR procède actuellement à une évaluation de la biodiversité des sols dans l'ensemble de l'Union européenne dans le cadre de l'enquête LUCAS sur l'utilisation et l'occupation des sols (Land Use and Coverage Area frame Survey)⁴¹. Grâce à l'analyse génomique, la diversité des organismes du sol sera mesurée en fonction des utilisations spécifiques des terres (par exemple, différents systèmes agricoles) et de la présence de polluants, tels que les métaux et les résidus de pesticides.



Diploure à Ithaca, NY, États-Unis d'Amérique

LA DIVERSITÉ VÉGÉTALE EST EN GRAVE DÉCLIN

Les plantes sont le fondement structurel et écologique de pratiquement tous les écosystèmes terrestres. Elles fournissent un soutien fondamental à la vie sur Terre. Elles sont essentielles à la santé, à l'alimentation et au bien-être des êtres humains⁴².

Eimear Nic Lughadha
(jardins botaniques royaux de Kew),
Alexandre Antonelli
(jardins botaniques royaux de Kew
et centre mondial de la biodiversité
de Göteborg) et Aelys M Humphreys
(université de Stockholm)

Chaque année, plus de 2 000 espèces de plantes en moyenne continuent d'être décrites comme nouvelles pour la science⁴³, ce qui s'ajoute au nombre total des espèces de plantes vasculaires connues, estimé entre 340 000 et 390 000^{44,45}. Pourtant, malgré l'importance des plantes pour la vie sur Terre, leur état et leurs évolutions restent mal compris, comparés à celles des vertébrés, et elles sont généralement absentes des analyses mondiales sur la biodiversité⁴⁶. Les informations géographiques, génétiques et propres aux caractéristiques des plantes, y compris leurs utilisations par l'homme et leur fonction dans les écosystèmes, sont encore plus incomplètes⁴⁷. Par exemple, environ la moitié des espèces végétales du monde ne disposent pas de données détaillées sur leur répartition⁴⁸, contrairement aux cartes de répartition disponibles pour la plupart des vertébrés¹⁵.

Perte de diversité végétale : ce qu'on sait et ce qu'on prévoit

La Liste Rouge mondiale de l'UICN n'a évalué que 10 % des plantes et la couverture actuelle est biaisée, car ce sont les arbres et les espèces menacées qui sont le plus susceptibles d'avoir été évalués⁴⁹. Cependant, l'évaluation d'un échantillon de milliers d'espèces représentant l'éventail taxonomique et géographique de la diversité végétale mondiale a montré qu'une espèce sur cinq (22 %) est menacée d'extinction, la plupart d'entre elles se trouvant sous les tropiques⁵⁰. Le risque d'extinction des plantes est comparable à celui des mammifères et est plus élevé que celui des oiseaux.

Le nombre d'extinctions connues de plantes est deux fois plus élevé que celui des mammifères, des oiseaux et des amphibiens réunis⁵¹. Il est plus difficile d'enregistrer les extinctions réelles de plantes

que d'évaluer le risque d'extinction car des plantes peuvent vivre pendant des années sans être détectées et par conséquent être déclarées éteintes par erreur (voir page 38). Parmi les exemples, on peut citer de nombreuses plantes tropicales naturellement rares⁵² avec de petites populations, et des plantes qui sont difficiles à repérer ou présentes uniquement sous forme de graines dans le sol. Inversement, certaines espèces végétales peuvent être très visibles dans un paysage, mais ne se régénérant plus, elles sont fonctionnellement éteintes et sont par conséquent omises, à tort, dans les recensements de plantes éteintes^{53,54}. La moitié des extinctions de plantes signalées depuis 1750 ont été réfutées par la suite (en raison de la redécouverte ou de la redéfinition d'espèces), mais si l'on se base sur celles qui ont été confirmées, les plantes à graines disparaissent jusqu'à 500 fois plus vite qu'à l'époque pré-industrielle⁵¹.

On sait depuis longtemps que les espèces aux aires de répartition réduites sont particulièrement sensibles à l'extinction mondiale, car les impacts sont plus susceptibles d'affecter l'ensemble de l'aire qu'elles occupent⁵⁵. La perte de ces espèces relativement rares, même à l'échelle locale, entraîne une homogénéisation biotique⁵⁶. En effet, la taille de l'aire de répartition est le plus fort prédicteur du risque d'extinction des plantes, suivie par les mesures de l'impact humain, comme la densité de population ou l'indice d'empreinte humaine (examiné au chapitre 2)^{57,58}. L'analyse des extinctions mondiales de l'Anthropocène montre des taux élevés sur les îles, dans les tropiques, de plantes ligneuses et de celles connues pour avoir une répartition géographique réduite⁵¹.

Les causes de la perte de diversité végétale

L'agriculture, comprenant l'expansion ou l'intensification des cultures, de l'élevage, des plantations ou de l'aquaculture, est la menace la plus fréquemment incriminée pour les plantes dans les évaluations de la Liste Rouge de l'UICN. Conformément à ces évaluations, la destruction des habitats et les changements d'utilisation des terres, principalement liés à l'urbanisation et à l'agriculture, sont les principales causes d'extinction de plantes signalées⁵⁹. Cependant, la cause de la plupart des extinctions de plantes reste inconnue.

La menace que représente le changement climatique pour les plantes est encore à peine détectable sur la Liste Rouge, avec seulement 4 % des évaluations citant le changement climatique ou les phénomènes météorologiques violents. La récente catégorisation "En danger" du café arabica sauvage est basée sur les impacts prévisionnels des changements climatiques. Le fait qu'il était classé auparavant dans la catégorie Les préoccupation mineures⁶⁰, suggère qu'aujourd'hui la Liste Rouge sous-estime l'impact du changement climatique à venir. L'importance relative du changement climatique par rapport au changement d'utilisation des terres aura des implications pratiques sur la planification de la conservation au cours du temps⁶¹.

Si la sombre perspective d'un monde naturel de plus en plus uniforme ne suffit pas à convertir à la cause de la conservation des plantes, alors l'importance des plantes pour les autres formes de vie sur Terre, y compris les animaux et les humains, doit être mieux comprise.

Plantes éteintes à l'état sauvage

Colin Clubbe
(jardins botaniques
royaux, Kew)

La conservation *ex situ* préserve les espèces en dehors de leur habitat naturel et nous offre des opportunités d'empêcher les extinctions de plantes et de restaurer leurs populations sauvages.

La Liste Rouge de l'UICN classe une plante dans la catégorie «Éteinte à l'état sauvage» lorsqu'elle ne survit qu'en culture, ou dans le cadre d'une population naturalisée, nettement en dehors de son ancienne aire de répartition^{62, 63}. Cette catégorie s'applique uniquement s'il n'y a aucun doute raisonnable que le dernier individu à l'état sauvage est mort⁶³. Cependant, prouver l'extinction sur le terrain est difficile et certaines espèces sont redécouvertes, comme ce fut le cas avec une fougère endémique de l'île de l'Ascension (*Anogramma ascensionis*). Vue pour la dernière fois sur l'île volcanique de l'océan Atlantique Sud en 1958⁶⁴, cette fougère avait été classée «Espèce éteinte» sur la Liste Rouge de l'UICN en 2003. Cependant, une enquête menée en 2009 a permis de redécouvrir quatre plants sur la montagne Verte de l'île. Des spores ont été collectées et cultivées *in vitro* dans les Royal Botanic Gardens de Kew, où est conservée une collection vivante⁶⁵. Des plantes ont été réintroduites sur l'île de l'Ascension et l'espèce a été réévaluée, elle appartient désormais à la catégorie «En danger critique»⁶⁶.

Nymphaea thermarum, illustré ici, est devenu «Éteint à l'état sauvage» en 2008 lorsque la dernière plante recensée est morte sur son seul site connu au Rwanda⁶⁷. Pourtant, une récente étude exhaustive suggère qu'il y a peut-être encore de l'espoir pour l'avenir de certaines plantes : elle documente 431 espèces, autrefois déclarées «Éteintes» ou «Éteintes à l'état sauvage» à l'échelle mondiale, qui ont depuis été redécouvertes⁵¹. La Liste Rouge de l'UICN recense 118 espèces de plantes vasculaires «Éteintes» et 35 espèces «Éteintes à l'état sauvage», et indique que près de 600 espèces de plantes à graines sont «Éteintes ou Éteintes à l'état sauvage à l'échelle mondiale^{51,68}».

Les causes de l'extinction sont variées, mais elles sont en grande partie dues aux activités anthropiques, comme l'introduction d'espèces envahissantes, l'intensification de l'agriculture, ainsi que la perte et la fragmentation des habitats. Les mesures de conservation *ex situ* telles que les banques de semences et la cryoconservation (utilisation de températures extrêmement basses pour conserver des cellules vivantes structurellement intactes) nous offrent des options pour l'avenir, et des initiatives mondiales telles que le Millennium Seed Bank Partnership⁶⁹ ont mis en place de vastes programmes de collecte de semences dans plus de 100 pays et territoires pour assurer cette protection provisoire des espèces.

Photo :

Nymphaea thermarum, le plus petit nénuphar du monde, découvert seulement dans la boue humide créée par le débordement d'une unique source d'eau chaude au Rwanda. Son dernier plant s'est desséché et est mort lorsque le ruisseau alimentant la source chaude a été détourné pour l'agriculture locale en 2008. Une collection *ex situ* est conservée au Royal Botanic Gardens Kew : avec l'espoir d'une réintroduction si cet habitat fragile peut être restauré.





© Jenny Williams, RBG Kew



Plantes utiles : des fournisseurs en péril

La perte de diversité végétale ne menace pas seulement les plantes et leurs écosystèmes, elle compromet également l'ensemble des services inestimables que les plantes offrent aux hommes et à la planète.

Les plantes fournissent un éventail remarquable de services essentiels pour maintenir la santé du monde naturel et répondre à nos exigences exponentielles. Toutefois, la croissance démographique humaine implacable exerce une pression néfaste sur la diversité végétale du monde, et nombre de plantes dotées de propriétés médicinales, nutritionnelles ou d'un attrait ornemental sont aujourd'hui menacées d'extinction.

Serene Hargreaves
et Jack Plummer
(jardins botaniques
royaux, Kew)

Les plantes utiles sont sensibles aux facteurs provoquant la perte de biodiversité à l'échelle mondiale. Par exemple, la perte d'habitat, elle-même due à la conversion des terres pour l'agriculture, a réduit la banane de Madagascar à seulement trois individus dans la nature⁷⁰. La belladone d'Inde, qui possède des propriétés médicinales similaires à celles de la belladone d'Europe, est menacée par la déforestation et la récolte excessive de ses feuilles et de ses racines pour l'industrie pharmaceutique et les systèmes de médecine traditionnelle⁷¹⁻⁷³. On prévoit que le changement climatique réduira fortement l'habitat favorable au café arabica indigène. Des soins de santé à la sécurité alimentaire, des matériaux de construction à votre café du matin, un risque d'extinction accru pour ces plantes a des implications négatives qui dépassent considérablement leurs écosystèmes locaux.

Photo :

L'arabica (*Coffea arabica*) est la graine de café la plus appréciée au monde. Une évaluation du risque d'extinction intégrant les effets probables du changement climatique a classé *C. arabica* dans la catégorie «En danger», avec une prédiction de perte de plus de la moitié de sa population naturelle d'ici 2088⁷⁴.

Suivi des arbres : dresser un tableau de leur situation mondiale

La première évaluation mondiale des arbres couvrira les 60 000 espèces d'arbres connues à travers la planète pour nous donner une image complète de l'état de conservation des arbres de la planète.

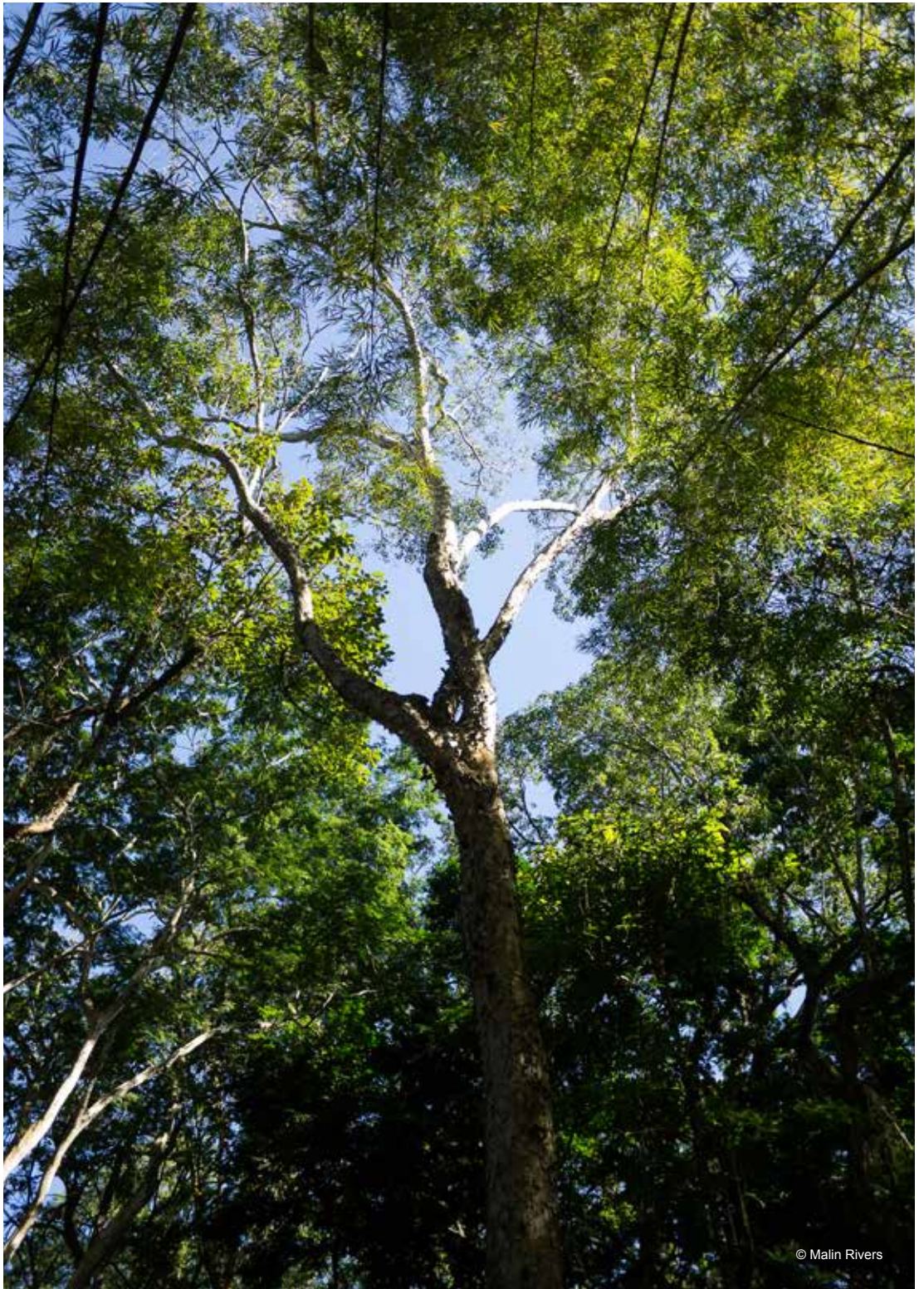
Malin Rivers et Emily Beech
(Botanic Gardens Conservation
International)

L'évaluation mondiale des arbres est coordonnée par Botanic Gardens Conservation International et le groupe de spécialiste de l'UICN/CSE⁷⁵ Global Tree. Elle relève d'un vaste partenariat mondial de collaboration avec des organisations nationales de la Liste Rouge, des jardins botaniques, des ONG, des instituts forestiers, des universités, et des experts en herbiers et taxonomie. Son but est d'évaluer la conservation de chaque espèce d'arbre connue afin d'identifier les mesures de conservation pour les arbres les plus préoccupants et de les classer par priorité.

Tout d'abord, il a fallu dresser une liste de tous les arbres du monde. En avril 2017, une liste de 60 000 espèces d'arbres remarquables et leur répartition, GlobalTreeSearch, a été dressée⁷⁶. Cette liste est continuellement mise à jour avec de nouvelles espèces, de nouvelles répartitions et des changements taxonomiques. Dans un second temps, une évaluation de la conservation, utilisant les catégories et les critères de la Liste Rouge de l'UICN, est nécessaire pour chacune des 60 000 espèces d'arbres afin d'évaluer leur risque d'extinction. En complément, des informations sur la répartition, les tendances démographiques, les menaces et les mesures de conservation sont recueillies.

Cette évaluation mondiale des arbres dressera un tableau complet de l'état de conservation des arbres de la planète. Les résultats seront également cruciaux pour d'autres espèces et écosystèmes qui dépendent des arbres pour leur survie. Ils permettront d'orienter des actions de conservation et de s'assurer que cette biodiversité soit gérée, restaurée et sauvée de l'extinction.

Photo : *Terminalia acuminata*, communément appelé Guarajuba, arbre endémique du Brésil, est en voie de disparition. On le pensait éteint à l'état sauvage, mais il a été redécouvert lors d'une révision de son statut à l'occasion de l'évaluation mondiale des arbres.



© Malin Rivers

LES « PETITES CHOSES QUI FONT TOURNER LE MONDE » SONT-ELLES EN TRAIN DE DISPARAÎTRE ?

Des preuves existent du déclin rapide de la diversité et de la biomasse des insectes, mais la situation est complexe. La plupart des constatations proviennent de quelques taxons et de quelques pays de l'hémisphère Nord.

Lynn Dicks et Edgar Turner
(université de Cambridge)

Les insectes dominent le règne animal de par le nombre impressionnant d'espèces qu'ils comprennent. Plus d'un million ont été décrits, mais les dernières estimations suggèrent qu'il pourrait y avoir jusqu'à 5,5 millions d'espèces d'insectes au total, la plupart se trouvant sous les tropiques⁷⁷. Les insectes jouent un rôle essentiel dans tous les écosystèmes terrestres, y compris en pollinisant les plantes, en régulant les ravageurs, en transformant les nutriments du sol et en fournissant de la nourriture à d'autres animaux ; voilà pourquoi E.O. Wilson les a qualifié de « petites choses qui font tourner le monde⁷⁸ ».

En Europe occidentale et en Amérique du Nord, les programmes de suivi et les études sur le long terme révèlent une diminution extrêmement rapide, récente et continue du nombre d'insectes, de leur répartition ou de leur poids global (biomasse).

Une analyse récente des données sur les abeilles sauvages et les syrphes, recueillies par des naturalistes britanniques, montre une perte nette de 11 espèces (4 abeilles et 7 syrphes) par kilomètre carré entre 1980 et 2013⁷⁹, conséquence de la réduction de leur aire de répartition pour un tiers des espèces. L'abondance totale des grands papillons de nuit a diminué de 31 % au Royaume-Uni entre 1969 et 2016⁸⁰, tandis que les trois quarts des espèces de carabidés du Royaume-Uni ont vu leur abondance diminuer entre 1994 et 2008, la moitié d'entre elles affichant une réduction de plus de 30 %⁸¹.

Certaines espèces de bourdons américains ont connu un déclin spectaculaire de leur aire de répartition⁸². En Allemagne, l'abondance des insectes a diminué de 78 % et la biomasse de 67 % entre 2008 et 2017 dans les stations de prairies⁸³ ; et dans plusieurs localisations, la biomasse globale des insectes a diminué de 76 % entre 1989 et 2016⁸⁴.

L'étude mondiale la plus complète à ce jour sur le déclin à long terme de l'abondance et de la biomasse des insectes, publiée en début d'année, confirme des pertes généralisées d'insectes terrestres depuis 1925, avec une perte mondiale moyenne de 8,8 % par décennie. Toutefois, l'étude a également constaté une augmentation moyenne de 11,3 % par décennie des insectes d'eau douce au cours de la même période, ce qui pourrait refléter un rétablissement dû aux politiques de réduction de la pollution de l'eau en Amérique du Nord et en Europe⁸⁵. De manière générale, les espèces spécialisées ou les espèces plus rares sont en déclin, tandis qu'un sous-ensemble d'espèces généralistes communes est stable, voire en hausse^{86-88,79}.

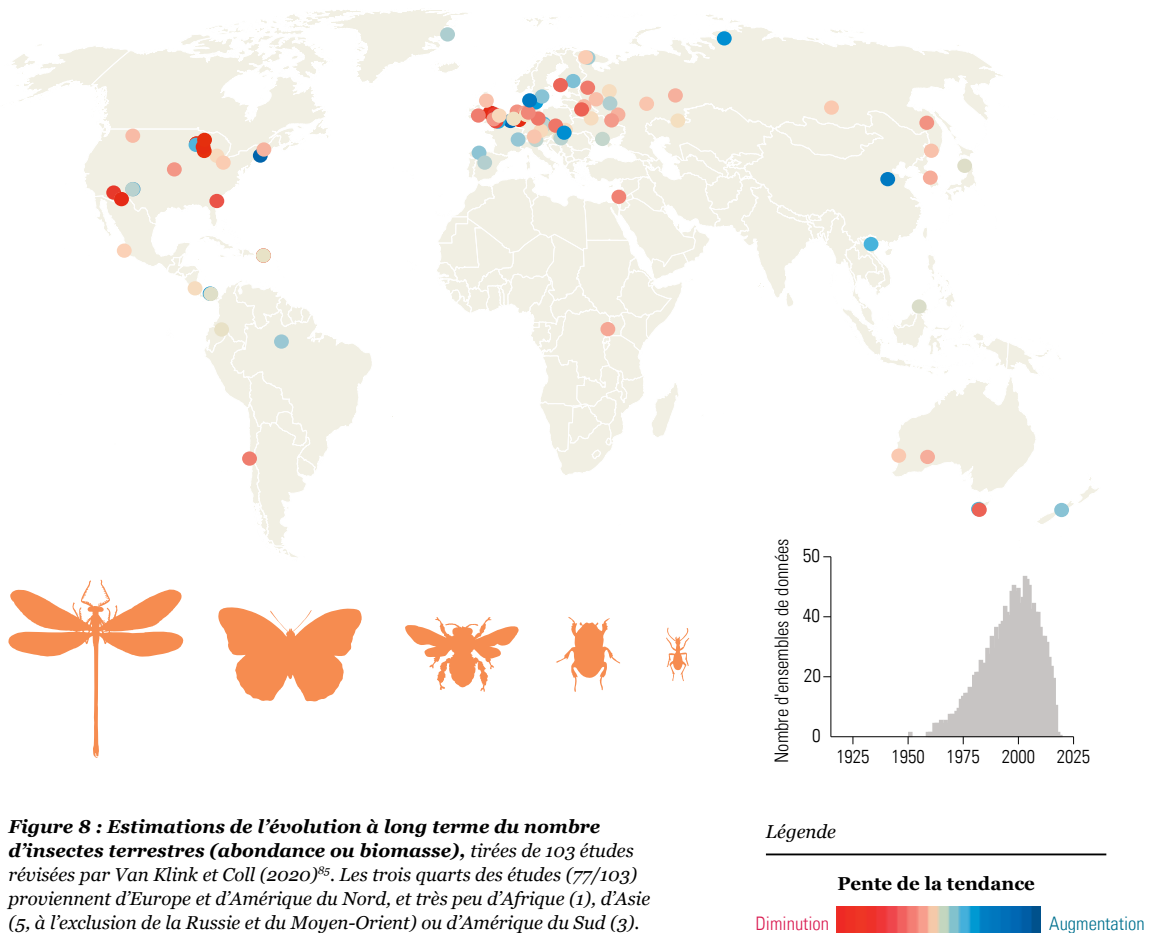


Figure 8 : Estimations de l'évolution à long terme du nombre d'insectes terrestres (abondance ou biomasse), tirées de 103 études révisées par Van Klink et Coll (2020)⁸⁵. Les trois quarts des études (77/103) proviennent d'Europe et d'Amérique du Nord, et très peu d'Afrique (1), d'Asie (5, à l'exclusion de la Russie et du Moyen-Orient) ou d'Amérique du Sud (3). L'encart montre un histogramme du nombre d'ensembles de données ayant au moins un point de données pour chaque année.

Zoom sur les papillons d'Europe : l'IPV des papillons 2020

Louise McRae et Monika Böhm (ZSL
et Butterfly Conservation in Europe,
European Butterfly Monitoring Schemes
et Assessing Butterflies
in Europe Consortium)

Globalement, les papillons sont encore très peu représentés sur la Liste Rouge des espèces menacées de l'UICN, les évaluations actuelles concernant seulement 978 des quelques 20 000 espèces décrites. Parmi ces espèces évaluées, 173 (~18 %) sont classées comme menacées¹⁵.

Bien qu'ils soient généralement sous-représentés, les papillons de jour sont l'un des groupes d'insectes les plus faciles à suivre, car ils sont actifs pendant la journée et généralement assez visibles. Ils ont ainsi fait l'objet d'un suivi à long terme, et à l'échelle nationale, dans de nombreux pays d'Europe⁸⁹.

Des programmes permettant de collecter régulièrement des données de manière cohérente sont difficiles à mettre en place, pourtant, il est possible d'exploiter l'effort combiné de professionnels et de bénévoles formés parcourant un itinéraire déterminé dans des conditions météorologiques spécifiques et enregistrant le nombre de chaque espèce de papillons observée. Les derniers résultats montrent les tendances de 17 espèces de papillons caractéristiques des prairies pour 16 pays européens sur une période de 28 ans. L'indice montre une baisse de 49 % (écart : -71 % à -13 %) entre 1990 et 2017 (figure 9). Six des 17 espèces sont en déclin, sept sont stables et quatre sont en augmentation.

La chute de l'indice des papillons est largement attribuée à l'intensification de l'agriculture dans le nord-ouest de l'Europe et à l'abandon des prairies dans d'autres régions⁹⁰. En Europe, ces pressions environnementales existaient avant 1990, l'année de référence indiquée ici, il est donc possible que les populations de ces espèces de papillons soient dans un moins bon état que ce que les résultats suggèrent. Par exemple, aux Pays-Bas, on estime qu'un déclin de 84 %, en moyenne, a eu lieu entre 1890 et 2017 pour 71 espèces de papillons⁹¹. La protection et la restauration des prairies sont nécessaires pour inverser les tendances et permettre aux populations de papillons des prairies de se rétablir.

Que sait-on des papillons dans le reste du monde ? Des recensements réguliers de papillons dans l'Ohio, aux États-Unis, montrent que les populations diminuent de 2 % par an, avec une réduction de 33 % entre 1996 et 2016⁹². Une évaluation en cours du risque d'extinction à l'échelle mondiale des Papilionidés — les grands papillons de jour colorés — a jusqu'à présent montré qu'environ 14 % des 36 espèces de papillons des genres Trogonoptera, Troides, et Ornithoptera, les plus grands papillons du monde, sont menacées d'extinction.

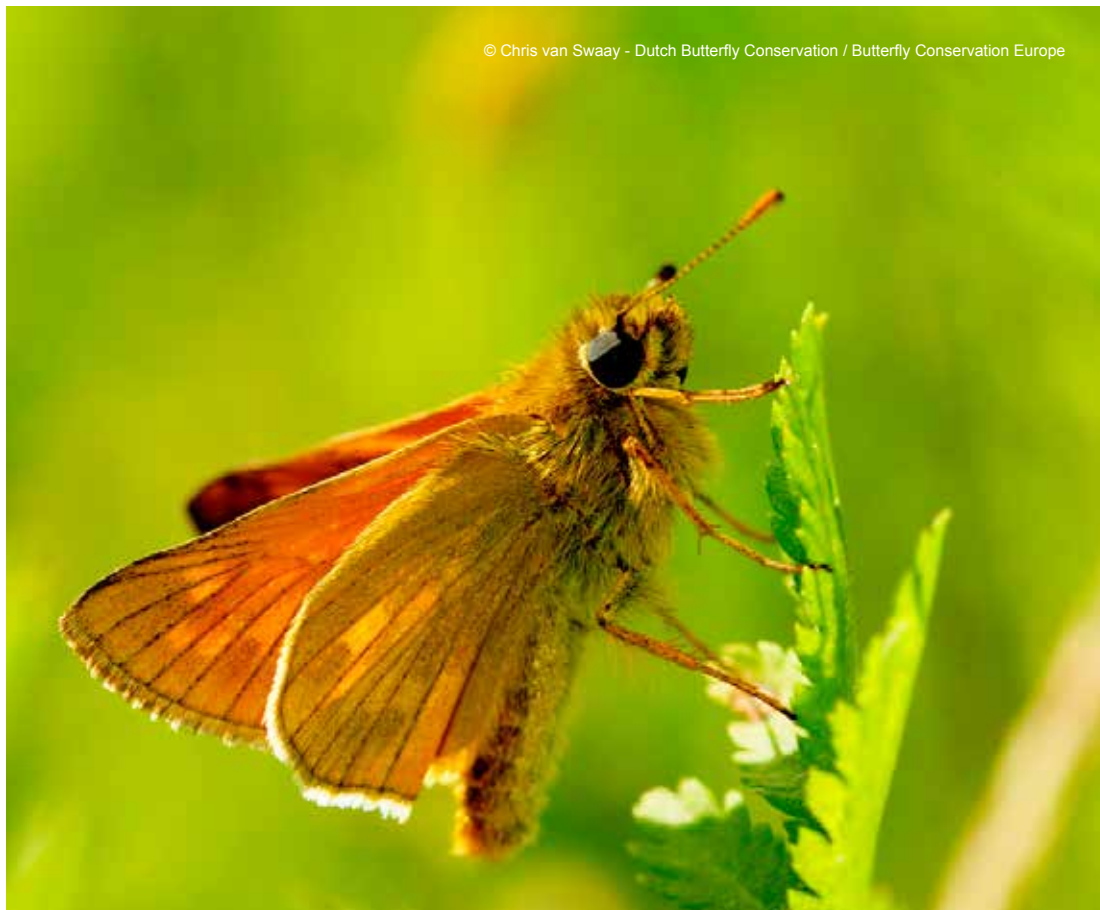


Photo : La sylvaine (*Ochlodes sylvanus*) est une espèce de papillon de prairie très répandue en Europe et a montré une diminution modérée en matière d'abondance d'environ 25 % entre 1990 et 2017.

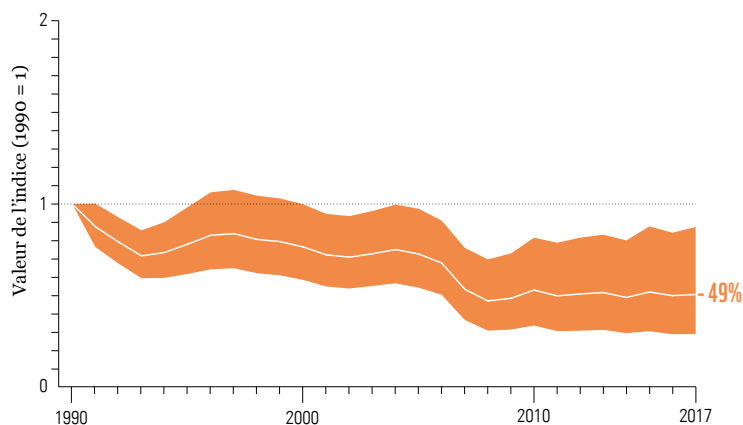




Figure 9 : Indice Planète Vivante pour les papillons de prairies européennes : de 1990 à 2017.

L'abondance de 17 espèces de papillons de prairies a diminué de 49 % en moyenne. La ligne blanche indique les valeurs de l'indice, et les zones colorées l'intervalle de confiance entourant la tendance (écart : de -71 % à -13 %). Données fournies par Butterfly Conservation in Europe, European Butterfly Monitoring Scheme, Assessing Butterflies in Europe Consortium⁸⁹. La méthode de l'IPV diffère légèrement des autres analyses de données⁸⁹, mais les écarts se chevauchent, ce qui signifie que les résultats sont statistiquement similaires.

Légende

-  IPV pour les papillons de prairies européennes
-  Intervalles de confiance

Dresser un meilleur tableau du monde des insectes

Les populations d'insectes sont en chute libre, mais un plus grand nombre de données est nécessaire pour mieux comprendre ces tendances mondiales. Deux initiatives visant à enrichir notre base actuelle de connaissances sont en cours.

Lynn Dicks et Edgar Turner
(université de Cambridge),
Eliza Grames (université
du Connecticut),
Graham Montgomery
(Université de Californie,
Los Angeles)
et Neal Haddaway
(Institut de l'environnement
de Stockholm, Stockholm)

Il existe peu d'analyses de données à long terme sur les insectes des tropiques ou de l'hémisphère Sud⁸⁵. Certaines de ces bases de données montrent moins de changements que les études sur les zones tempérées. Par exemple, l'abondance des papillons frugivores a fluctué dans l'est de l'Équateur entre 1994 et 2004⁹⁴, et dans une forêt d'Ouganda entre 2000 et 2011⁹⁵, mais sans déclin évident au fil des ans dans les deux cas. Au Panama, les abeilles à orchidées (Euglossines) ont montré une très grande variabilité d'une année à l'autre, sans différence notable de leur abondance entre 1979 et 2000⁹⁶. En revanche, une étude sur la forêt tropicale de Porto Rico a révélé une très forte baisse de la biomasse des arthropodes à la fois dans la canopée et dans le sol entre les relevés effectués en 1976 et en 2012⁹³.

Le développement de l'agriculture intensive étant survenu plus tôt en Europe occidentale et en Amérique du Nord¹⁹ que dans les autres régions, les pertes d'insectes qui y sont observées permettent donc d'anticiper les pertes globales d'insectes si les perturbations anthropiques et les changements d'utilisation des terres se poursuivent. La mise en place d'un suivi à long terme et à grande échelle est essentielle pour comprendre les niveaux actuels et futurs de l'évolution des populations d'insectes⁹⁶.

La ForestGEO Arthropod Initiative⁹⁸ est un exemple de ce type d'initiatives dans les tropiques. En cours depuis un peu plus d'une décennie, ce projet à long terme étudie les changements d'abondance et de composition des insectes tropicaux sur sept sites tropicaux du Forest Global Earth Observatory (ForestGEO)⁹⁹.

Les insectes peuvent rapidement augmenter leur population et sont fortement influencés par l'environnement, c'est pour cela qu'on observe généralement une forte fluctuation du nombre d'insectes et de la biomasse dans le temps^{96,81,94,95,100}. Des études à long terme sont essentielles pour comprendre le véritable niveau de perte⁹⁶, et toutes les analyses des bases de données sur les insectes doivent tenir compte des pièges potentiels dans l'interprétation des données de suivi¹⁰¹. Par exemple, il convient de s'assurer de la représentativité de l'échantillon d'un site et que le suivi est effectué pendant une période suffisamment longue pour permettre de dégager des tendances. Il faut également veiller à ce que des années inhabituelles avec des chiffres particulièrement élevés ou faibles ne soient pas utilisées comme année de référence ou dernière année des tendances analysées.

Même dans les régions où l'on a analysé davantage de données, comme en Europe et en Amérique du Nord, notre compréhension des tendances des populations d'insectes est entravée par le fait que les preuves sont stockées dans une multitude d'endroits — des rapports gouvernementaux sur les parasites agricoles, aux revues d'écologie, en passant par les données non publiées sur la disponibilité

des proies pour les organismes se nourrissant d'insectes. Un deuxième effort, le projet Entomological Global Evidence Map, ou EntoGEM, a été conçu pour relever ce défi et fournit une carte mondiale du statut des insectes et des évolutions de leurs populations.

EntoGEM utilise des méthodes rigoureuses pour identifier les bases de données publiées et non publiées exposant les tendances pluriannuelles des populations d'insectes^{102,103}. Ces études sont systématiquement cartographiées en fonction de facteurs tels que le lieu, la durée de l'étude et le groupe taxonomique afin d'identifier les pôles de connaissances et les lacunes. Cela permettra à une communauté mondiale de chercheurs d'analyser les données connues, d'établir des priorités en vue des futurs efforts de recherche et de formuler des recommandations de politique et de gestion fondées sur des preuves afin de contribuer à la conservation des insectes dans le monde entier.

À l'évidence, lutter contre le déclin mondial des insectes nécessite de toute urgence un effort sur plusieurs fronts, ceci afin d'identifier les causes premières de diminution des insectes et de favoriser leur conservation. De solides programmes de suivi, une synthèse et une évaluation complètes des données sur les évolutions des populations d'insectes ainsi que des mesures de conservation fondées sur les preuves actuellement disponibles sont autant d'éléments nécessaires pour réduire le déclin des insectes^{104,105}.



© naturepl.com / Bence Mate / WWF

Photo : Fourmis coupeuses de feuilles au Costa Rica.



CHAPITRE 2

NOTRE MONDE EN 2020

Au cours des cinquante dernières années, l'explosion du commerce mondial et de la consommation, ainsi que la forte croissance de la population humaine et un gigantesque mouvement d'urbanisation, ont métamorphosé notre monde. Ces évolutions ont entraîné une dégradation perpétuelle de la nature et une surexploitation du capital naturel sans précédent. Une poignée de pays abrite les dernières zones de nature sauvage. En raison des modes de vie du 21^e siècle, les espaces naturels se transforment plus rapidement que jamais ; des changements que le réchauffement climatique accélère davantage.

Photo : Cette collection de plastique rouge n'est qu'une petite sélection des polluants plastiques collectés par le Rame Peninsula Beach Care Group à Whitsand Bay, Cornwall. Crédit : © Sam Hobson / WWF-UK





© Sam Hobson / WWF-UK

NOTRE MONDE EN 2020

La croissance économique mondiale de ces cinquante dernières années a complètement métamorphosé notre monde, entraînant une amélioration exponentielle de la santé, des connaissances et du niveau de vie. Mais cela s'est fait au détriment de la nature et de la stabilité des systèmes de production de la Terre dont nous dépendons pour notre survie.

Patricia Balvanera
(université nationale
autonome du Mexique),
Alexander Pfaff
(université Duke),
Leticia Merino
(université nationale
autonome du Mexique),

Zsolt Molnár (Centre de recherche
écologique, Hongrie)
et Andy Purvis (musée d'histoire
naturelle, Royaume-Uni)

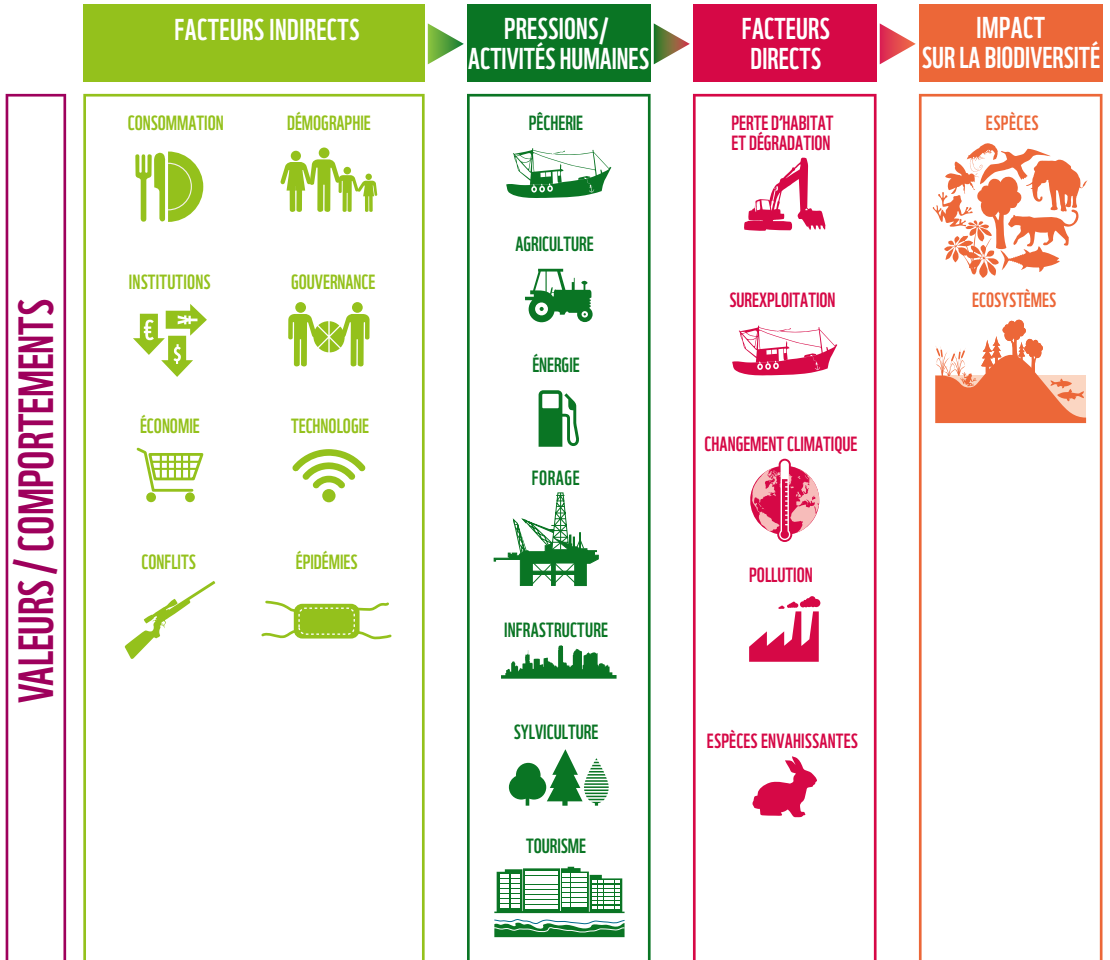
Depuis 1970, le produit intérieur brut (PIB) total a été multiplié par quatre, l'extraction de matières vivantes de la nature a triplé et la population humaine mondiale a doublé^{1, 2}, le tout combiné à une urbanisation galopante².

50 % de la population mondiale^{1, 2} vit aujourd'hui en ville. Au cours des cinquante dernières années, ce nombre a augmenté plus rapidement, de 30 %, dans les pays en voie de développement et les pays les moins avancés^{1, 2}, où de nombreuses personnes vivent dans des bidonvilles, sans ressources et sans accès aux services publics^{3, 2}. Pourtant, au cours de la même période, la mortalité infantile a globalement diminué, en particulier dans les pays les moins avancés (diminution de 350 %) ^{4, 1, 2} ; et l'apport calorique a augmenté de 20 % à l'échelle mondiale, même si de nombreuses personnes dans les pays les moins avancés restent en dessous des seuils recommandés par l'Organisation mondiale de la santé^{5, 1, 2}.

Les migrations ont également bouleversé notre planète. Plus de 260 millions de migrants ont franchi la frontière d'autres pays depuis 1970, principalement des pays développés^{1, 2}, et cette migration s'effectue de plus en plus dans des conditions précaires⁶. Le mouvement mondial de personnes entre les régions s'est accru à un rythme sans précédent au cours de cette période, entraînant de profonds écarts économiques.

En effet, le commerce a explosé, la valeur des exportations ayant été multipliée par 200 entre 1970 et 2017, avec les plus fortes hausses enregistrées dans les pays développés (multipliées par 1200⁷). Cet essor a permis aux pays à revenu élevé d'augmenter leur consommation alors que la nature, à l'intérieur de leurs propres frontières, est relativement bien protégée ; une grande partie de ce surplus de consommation relève de contributions de la nature importées depuis des pays à faible revenu, qui sont parfois cédées pour une croissance économique moindre^{8, 2}. Les chaînes d'approvisionnement qui dépendent fortement de la nature sont souvent dominées par de grandes entreprises^{9, 2}, et lorsque leurs capitaux, et ceux d'autres entreprises, transitent par des paradis fiscaux, il devient difficile de réglementer le financement des activités qui nuisent aux systèmes naturels de la planète¹⁰.

Menaces pour la nature et facteurs de pressions associés



En outre, un certain nombre de politiques économiques fournissent actuellement des incitations à la dégradation de la nature - telles que les subventions directes et indirectes pour l'utilisation de combustibles fossiles, ainsi que celles liées à la pêche et à l'agriculture^{11, 2}. Si la suppression de ce type d'incitation est envisageable, les complexités et contraintes politiques sont vastes. Toutefois, certaines politiques incitent, elles, à prendre en compte la valeur de la nature et de toutes ses contributions, par le biais de chaînes d'approvisionnement certifiées^{12, 13, 2}, par exemple. Certaines nations créent également des zones protégées de différents types, conscientes de l'intérêt de renforcer la conservation locale.

Figure 10 : Menaces pour la nature et facteurs de pressions associés.

Les valeurs sous-tendent les changements dans les sociétés, qui conduisent à la manière dont les activités humaines sont entreprises et définissent les facteurs directs sur la nature. Les principaux facteurs directs sont la perte et la dégradation de l'habitat sur la Terre et la surexploitation dans les océans¹⁵.



Photo :
Des colorants devant un magasin
à Katmandou, au Népal.

Ces modes de production, de consommation, de financement et de gouvernance, ainsi que la démographie, les migrations et l'urbanisation, sont des facteurs indirects de la perte de biodiversité, car ils sous-tendent le changement d'utilisation des terres et la perte d'habitats, la surexploitation des ressources naturelles, la pollution, la propagation d'espèces envahissantes et le changement climatique – les facteurs directs de la destruction des écosystèmes terrestres, d'eau douce et marins².

En effet, un tiers de la surface terrestre est aujourd'hui utilisé pour les cultures ou l'élevage, tandis que sur la quantité d'eau totale prélevée à partir des ressources en eau douce disponibles, 75 % sont utilisées pour les cultures ou le bétail¹⁵.

Dans les écosystèmes marins, l'exploitation directe des organismes, principalement dans le cadre de la pêche, s'est étendue géographiquement et dans les eaux plus profondes, et couvre maintenant plus de la moitié de la surface des océans^{16,2}. Le transport maritime représentant 90 % du commerce mondial¹⁷ vers des destinations situées dans le monde entier, nos océans sont également

un vecteur de propagation d'espèces exotiques envahissantes qui se déplacent souvent en « auto-stop » vers de nouveaux endroits, par exemple dans les eaux de ballast, sous forme de salissures fixées à la coque des navires¹⁸, ou dans les emballages, les plantes vivantes ou les sols¹⁹. Le taux d'introduction d'espèces envahissantes a fortement augmenté depuis 1950, et d'après une étude récente, 37 % de toutes les espèces exotiques enregistrées ont été introduites entre 1970 et 2014²⁰. Parallèlement, les impacts de ces introductions sur la biodiversité et les moyens de subsistance des hommes augmentent dans le monde entier²¹.

Le changement climatique s'accélère, entraînant une augmentation de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes et une élévation du niveau des océans²², ce qui exerce une pression supplémentaire sur les écosystèmes et la biodiversité.

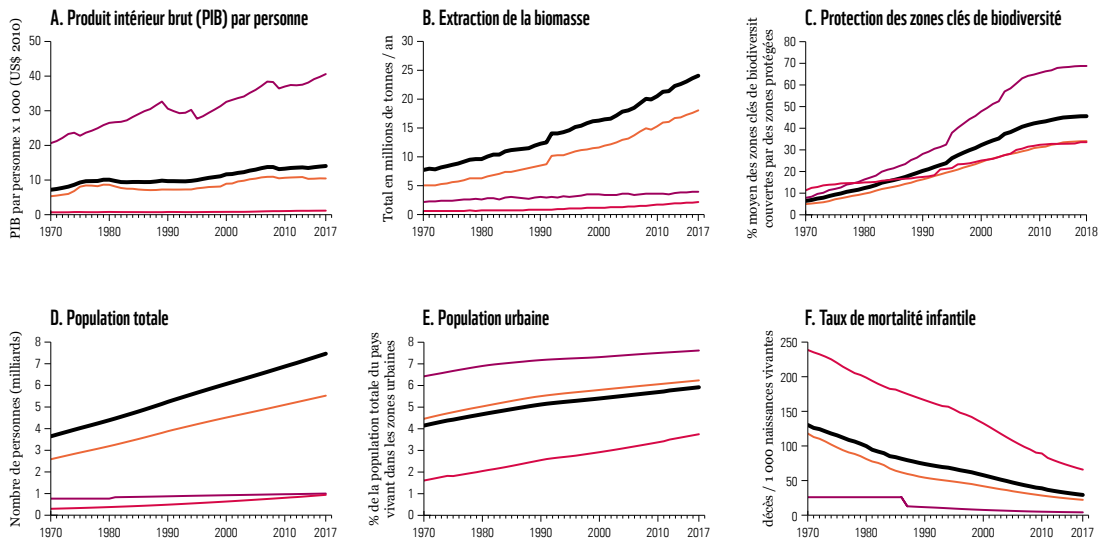


Figure 11 : Depuis 1970, les trajectoires de développement d'un pays à l'autre montrent des bénéfices et des coûts inégaux.

Les plus faibles augmentations du PIB ont eu lieu dans les pays actuellement les moins avancés (A). La consommation des pays développés s'est accrue grâce à l'extraction de matières premières issues de la nature provenant en grande partie des pays en développement (B). La protection des zones clés de biodiversité a été la plus élevée (C) dans les pays développés. La population humaine totale a augmenté plus rapidement dans les pays en développement (D). La population urbaine est la plus importante dans les pays développés, et elle augmente plus rapidement dans les pays les moins avancés (E). La mortalité infantile a fortement décliné dans le monde, bien que des défis demeurent pour les pays les moins développés (F). Dans tous ces graphiques, les pays sont classés selon le rapport des Nations unies « Situation et perspectives de l'économie mondiale »²⁵. Sources : Modifié à partir de la Banque mondiale (2018)²⁷, IPBES (2019)²⁶.

Légende

- Économies développées
- Économies en développement
- Économies peu développées
- Monde

AUJOURD'HUI, L'HUMANITÉ DÉPENSE PLUS QUE SON BUDGET BIOLOGIQUE ANNUEL

Depuis 1970, notre Empreinte écologique dépasse le taux de régénération de la Terre. Ce dépassement détériore la santé de la planète et, avec elle, les perspectives de l'humanité.

Mathis Wackernagel, David Lin,
Alessandro Galli et Laurel Hanscom
(Global Footprint Network)

La biocapacité, c'est-à-dire la capacité des écosystèmes de notre planète à se régénérer, est la pierre angulaire de tous les systèmes vivants sur Terre. Elle est à la base de tout. Les chiffres correspondant à l'Empreinte écologique mesurent à la fois la biocapacité disponible et la demande qu'elle subit dans le cadre de toutes nos activités : de la production de denrées alimentaires et de fibres à l'absorption des émissions de carbone excédentaires²³⁻²⁹.

Ce bilan écologique nous permet de mettre en regard la biocapacité et toutes les demandes humaines qui rivalisent pour les zones biologiquement productives²⁶⁻²⁹. L'unité de mesure commune est l'hectare global : hectare biologiquement productif avec une productivité moyenne mondiale^{23,30,28,29}. Grâce à cette unité de mesure commune, les pays, les régions, les villes, les individus et les produits peuvent être comparés dans le monde entier et au fil du temps^{23,25,29}.

L'évolution des technologies et des pratiques de gestion des terres a entraîné une hausse de la biocapacité mondiale d'environ 28 % au cours des soixante dernières années^{30,31} ; toutefois, il s'agit peut-être d'une surestimation car les statistiques des Nations unies sous-estiment des pertes telles que l'érosion des sols, l'épuisement des eaux souterraines et la déforestation. Cependant, cette augmentation n'a pas suivi le rythme de croissance de la consommation globale : l'Empreinte écologique de l'humanité, également estimée à partir des statistiques des Nations unies, a augmenté d'environ 173 % au cours de la même période^{25,30,29,31} et dépasse aujourd'hui la biocapacité de la planète de 56 %.

Cela signifie que l'activité humaine exige actuellement 1,56 fois plus que la quantité pouvant être régénérée par la Terre³¹. C'est comme si nous profitions des ressources de 1,56 Terre. Comme ce fut le cas lors du krach économique de 2008, les confinements imposés cette année à cause de la COVID-19 ont réduit la demande de l'humanité de près de 10 %³¹. Toutefois, cette réduction n'ayant pas été causée par un changement structurel, ses bénéfices ne dureront probablement pas et pourraient même retarder les mesures prises pour lutter contre le changement climatique et la perte de biodiversité^{32,33}.

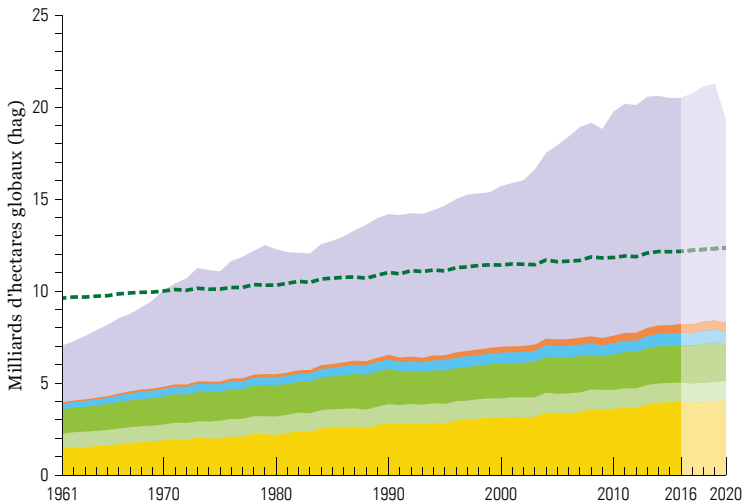
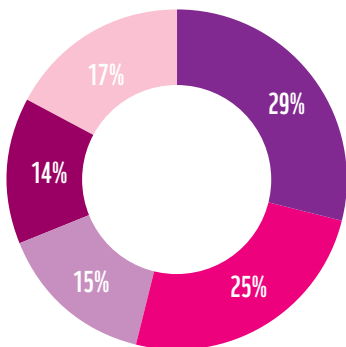


Figure 12 : L'empreinte écologique de l'humanité versus la biocapacité de la Terre en hectares globaux, 1961-2020.

Le dépassement global, qui a commencé au début des années 1970, s'est accru depuis. La diminution de l'empreinte liée à la COVID-19 – dans des couleurs plus claires à partir de 2016 – est une estimation^{30, 31}.

Légende

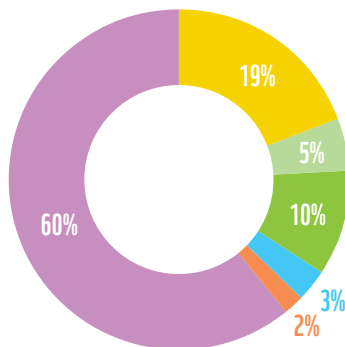
- L'empreinte carbone**³⁴ pour mesurer les émissions de carbone provenant de la combustion de combustibles fossiles et de la production de ciment.
- L'empreinte espaces bâtis** pour accueillir les routes et les bâtiments.
- L'empreinte zones de pêche** pour les produits de la mer sauvages et d'élevage provenant des océans et de l'eau douce.
- L'empreinte produits forestiers** pour le bois de chauffage, la pâte à papier et les produits dérivés du bois.
- L'empreinte pâturage** pour la viande, les produits laitiers, le cuir et la laine.
- L'empreinte cultures** pour la nourriture, les fibres, les oléagineux, les aliments pour animaux et le caoutchouc.
- Biocapacité mondiale**



Empreinte écologique de l'humanité par activité

Légende

- Aliments
- Logement
- Transports personnels
- Biens
- Services



Empreinte écologique de l'humanité par utilisation des terres

Légende

- Empreinte cultures
- Empreinte pâturage
- Empreinte produits forestiers
- Empreinte zones de pêche
- Empreinte espaces bâtis
- Empreinte carbone

Figure 13 : L'empreinte écologique de l'humanité par utilisation des terres et par activité.

L'empreinte écologique mesure la demande que la consommation humaine fait peser sur la biosphère et la compare à la capacité de régénération des écosystèmes. En 2020, l'empreinte moyenne mondiale s'élève à 2,5 hectares globaux par personne, contre 1,6 hectare global de biocapacité. Elle peut être divisée par catégories de domaines (cercle extérieur) ou, en utilisant les évaluations Multi-Regional Input-Output, par domaines d'activité (cercle intérieur)^{35,30,29,36}.

La consommation dans le monde

Les ressources naturelles et la demande humaine sont inégalement réparties sur la Terre. Le niveau de consommation de ces ressources par les humains ne tient pas compte de leur

disponibilité, car elles ne sont pas consommées sur le lieu d'extraction. L'Empreinte écologique individuelle entre pays donne un aperçu des risques et opportunités de chaque pays en matière



Figure 14 :
Carte mondiale de l'Empreinte écologique de la consommation par individu en 2016.

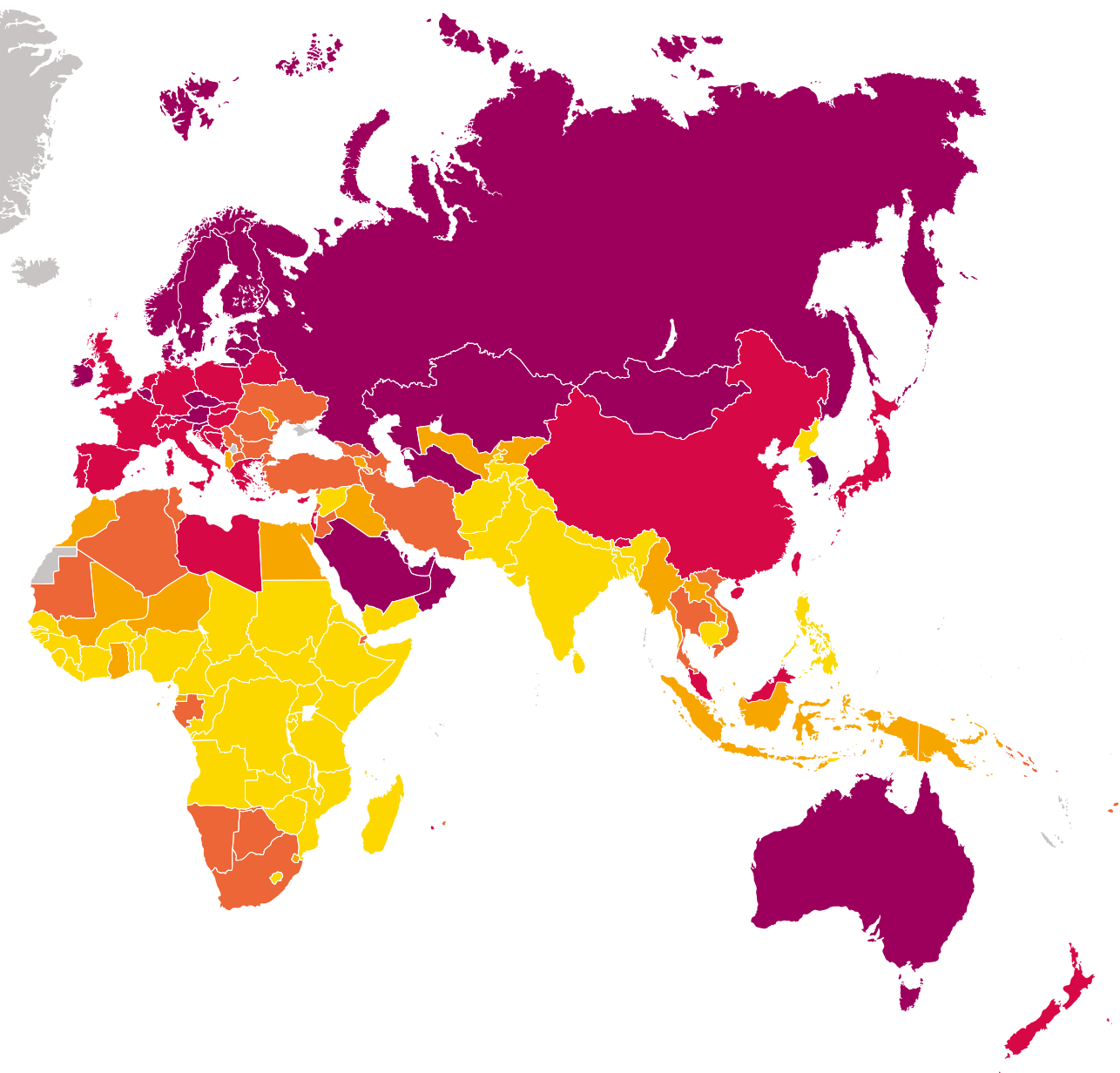
L'Empreinte écologique par individu dépend à la fois de la population totale et du niveau de consommation d'un pays. La consommation d'un pays est constituée de l'Empreinte écologique de sa production, à laquelle il faut ajouter celle de ses importations en provenance d'autres pays et soustraire celle de ses exportations. Extrait de Global Footprint Network (2020)⁹¹.

Légende

- > 5 hag/personne
- 3,5 - 5 hag/personne
- 2 - 3,5 hag/personne
- 1,6 - 2 hag/personne
- < 1,6 hag/personne
- Données insuffisantes

d'utilisation des ressources^{37,38,29}. Les niveaux d'Empreinte écologique sont les résultantes de modes de vie et de consommation différents, notamment la quantité d'aliments, de biens

et de services que les habitants consomment, les ressources naturelles qu'ils utilisent, et le dioxyde de carbone émis pour obtenir ces biens et services.



LE VÉRITABLE COÛT DE L'ALIMENTATION

Nous ne pouvons pas nourrir le monde sans agriculture, mais le lieu et la manière dont nous produisons des aliments constituent l'une des plus grandes menaces d'origine humaine pour la biodiversité et nos écosystèmes. Voilà pourquoi la transformation de notre système alimentaire mondial est plus importante que jamais.

Sarah Doornbos
et Natasja Oerlemans (WWF-NL)

Aujourd'hui, la plupart des écosystèmes du monde sont influencés par l'homme, et chaque paysage est susceptible de présenter une mosaïque d'utilisations des terres suivant un spectre d'intensité, allant de l'habitat naturel relativement peu perturbé aux villes et aux systèmes de production agricole industrielle, pauvres en biodiversité. Les systèmes de production agroalimentaire — à savoir l'endroit où nous produisons des aliments et de quelle manière — jouent un rôle clé, car ce sont eux qui utilisent la majeure partie des terres. Aujourd'hui, ils sont aussi largement reconnus comme l'une des plus grandes menaces pour la biodiversité et les écosystèmes^{39, 15, 40}.

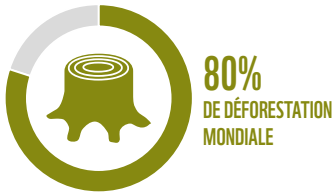
Aussi évident que cela puisse paraître, nourrir une population mondiale croissante et de plus en plus riche est le but premier de notre système alimentaire, et nous ne pouvons pas nourrir le monde sans agriculture. Pourtant, l'agriculture est la principale source de dépassement des limites planétaires pour l'azote, le phosphore, le changement climatique, l'intégrité de la biosphère, la modification des systèmes terrestres et l'utilisation d'eau douce^{41, 101, 102}. Nombre de ces questions sont intriquées, exacerbant ainsi le problème. L'agriculture est un moteur important du changement climatique, et le changement climatique, à son tour, ajoute un stress supplémentaire aux systèmes terrestres, aggravant les risques existants — par exemple, la dégradation des terres et la perte de biodiversité^{15, 40}. Il est donc plus important que jamais d'atténuer les effets négatifs de l'agriculture sur la nature et la biodiversité.

Parallèlement, la capacité des systèmes agricoles à fournir des habitats et des corridors de végétation permettant aux espèces de se déplacer entre ces habitats (améliorant les services écosystémiques et la résilience des paysages au lieu de les fragiliser) commence à être mieux reconnue^{42-44, 100}. Certains systèmes agricoles et leurs composants spécifiques - corridors riverains, haies, bosquets champêtres et clairières dans les forêts, aux cours d'eau, étangs ou autres éléments d'un environnement de production favorables à la biodiversité — peuvent fournir un habitat à des espèces spécifiques⁴⁵⁻⁴⁴.

À l'échelle du paysage, les cultures et l'élevage peuvent ajouter de la diversité à la « mosaïque » de types d'habitats présents, et des paysages agricoles aussi diversifiés peuvent soutenir une biodiversité bien plus importante qu'on ne le pensait initialement⁴⁴. Les systèmes agricoles peuvent également être gérés de manière à faciliter, plutôt qu'à limiter, les déplacements des espèces *via* des corridors le long de voies migratoires — un avantage particulièrement important compte tenu du changement climatique^{46,47}.

La biodiversité est également d'une importance cruciale pour la production alimentaire elle-même. Cela a été amplement démontré : la biodiversité soutient les fonctions clés des écosystèmes qui contribuent à déterminer la production et la sécurité alimentaires (par exemple, Dawson, I.K. et coll. (2019)⁴⁸). Un degré élevé de diversité entre les espèces, les variétés, les races, les populations et les écosystèmes peut contribuer à créer et à maintenir des sols sains, à polliniser les plantes, à purifier l'eau, à assurer une protection contre les phénomènes météorologiques extrêmes ou à fournir toute une série d'autres services vitaux^{49,48,39}.

L'agriculture est responsable de 80 % de la déforestation mondiale



Les systèmes alimentaires rejettent 29 % des GES mondiaux

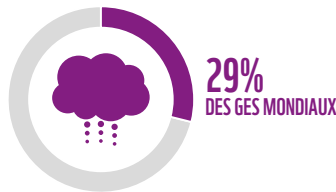
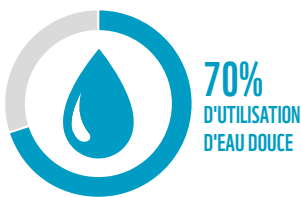
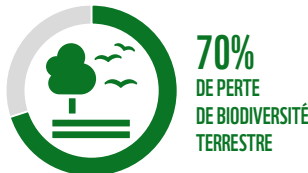


Figure 15 : Les impacts environnementaux de la production alimentaire.
Sources : Adapté de la CDB (2014)⁹⁸, du GSDR (2019)⁹⁹ et de l'initiative ELD (2015)¹⁰³.

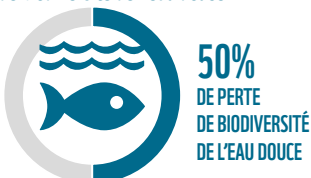
L'agriculture représente 70 % de l'utilisation d'eau douce



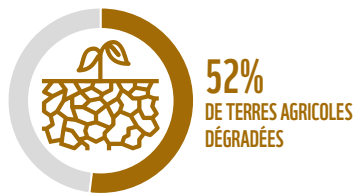
Les facteurs liés à la production alimentaire sont à l'origine de 70 % de la perte de biodiversité terrestre



Les facteurs liés à la production alimentaire sont à l'origine de 50 % de la perte de biodiversité de l'eau douce



52 % des terres de production agricole sont dégradées



NON AU GASPILLAGE : AUCUNE NOURRITURE NE DOIT ÊTRE PERDUE

Dans le monde, plus de 820 millions de personnes sont confrontées à la faim ou à l'insécurité alimentaire, alors que le gaspillage alimentaire entraîne des coûts économiques de 1 000 milliards de dollars, des coûts environnementaux d'environ 700 milliards de dollars et des coûts sociaux d'environ 900 milliards de dollars^{105,106}.

Pete Pearson
et Amanda Stone
(WWF)

Réduire les pertes et le gaspillage alimentaires représente une opportunité cruciale de soulager la pression environnementale sur notre planète. On estime qu'un tiers de la nourriture produite pour la consommation humaine est perdue ou gaspillée dans le monde — ce qui représente environ 1,3 milliard de tonnes chaque année⁵². Cela signifie qu'environ un quart des calories produites dans le monde ne sont jamais consommées : elles sont gâchées ou rejetées dans les chaînes d'approvisionnement, ou sont gaspillées par les détaillants, les restaurants et les consommateurs⁵³. Par un effet multiplicateur, en cas de pertes et de gaspillage alimentaires au sein de la chaîne d'approvisionnement, toutes les terres, l'eau, l'énergie, les semences, les engrais, la main-d'œuvre, le capital et les autres ressources qui ont servi à sa production sont également gaspillés.

Les pertes et le gaspillage alimentaires contribuent également au changement climatique. Ils sont responsables d'au moins 6 % du total des émissions mondiales de gaz à effet de serre⁵⁴, soit trois fois plus que les émissions mondiales de l'aviation^{55,56}. Près d'un quart (24 %) de l'ensemble des émissions du secteur alimentaire proviennent d'aliments perdus dans les chaînes d'approvisionnement ou gaspillés par les consommateurs^{57,54}. Près des deux tiers de ces émissions (15 % des émissions d'origine alimentaire) sont dues à des pertes tout au long de la chaîne d'approvisionnement, dues à de mauvaises techniques de stockage et de manutention, d'un manque de réfrigération ou d'une détérioration lors du transport et de la transformation. Les 9 % restant proviennent des aliments jetés par les détaillants et les consommateurs⁵⁷.

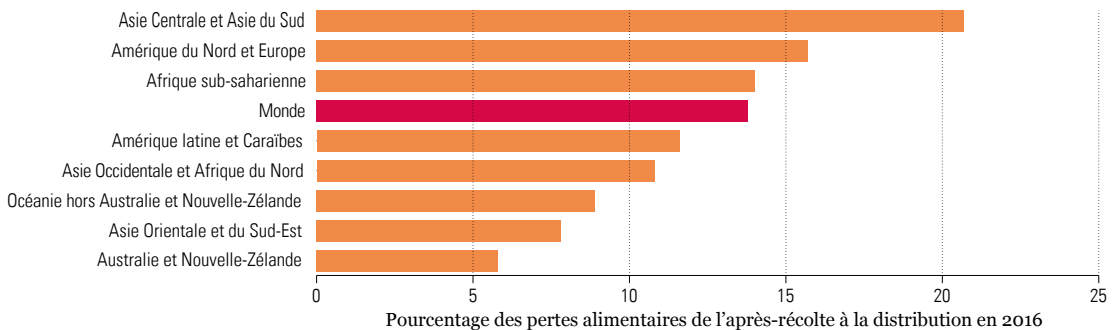
Figure 16 : Indice des pertes alimentaires de l'après-récolte à la distribution par région (2016)⁶⁰.

L'Objectif de développement durable 12 de l'Agenda 2030 vise à « établir des modes de consommation et de production durables ». Il comprend la cible 12.3 : « d'ici à 2030, réduire de moitié à l'échelle mondiale le volume de déchets alimentaires par habitant, au niveau de la distribution comme de la consommation, et diminuer les pertes de produits alimentaires tout au long des chaînes de production et d'approvisionnement, y compris les pertes après récolte ». Les progrès accomplis dans la réalisation de cet objectif seront mesurés par deux indices distincts – l'indice de perte de nourriture, dirigé par la FAO ; et l'indice des pertes alimentaires, dirigé par le PNUE. Cette figure montre l'indice des pertes alimentaires, qui se concentre sur les pertes de denrées alimentaires se produisant au stade de la production à celui du commerce de détail (exclu), dans chaque région. Il mesure l'évolution par pays des pourcentages de pertes pour un panier de 10 produits de base par rapport à une période de référence^{60,61}.

L'épidémie de COVID-19 a mis en évidence les nombreuses faiblesses de notre système alimentaire mondial^{58,59}. L'une d'elles est la complexité des chaînes d'approvisionnement, y compris le manque général de transparence des données et d'informations en temps réel sur le marché. À cause de cette complexité, les systèmes alimentaires sont incapables de s'adapter rapidement et de modifier leur distribution. Dans les semaines qui ont suivi le début de la crise de COVID-19, les points de vente et marchés alimentaires traditionnels ont été fermés, laissant les canaux de distribution mal préparés pour utiliser au mieux les magasins d'alimentation et établir de nouveaux canaux pour les agriculteurs, aggravant davantage le gaspillage alimentaire au passage.

En général, la nourriture est gaspillée pour diverses raisons à différents points de la chaîne d'approvisionnement. Sur les marchés en voie de développement ou émergents, les denrées alimentaires sont le plus souvent perdues après la récolte en raison d'un manque d'infrastructures, telles que le stockage ou la logistique de la chaîne du froid, ou de l'accès difficile aux marchés. Dans les économies développées comme les États-Unis ou l'Union européenne, la nourriture est plus souvent gaspillée tout au long de la chaîne d'approvisionnement, dans les secteurs en contact direct avec les consommateurs comme l'hôtellerie, les services alimentaires, l'épicerie, les restaurants et les services à domicile. Cependant, il existe des déchets de consommation non mesurés dans les pays en voie de développement, et des pertes non mesurées sur le terrain et après récolte dans les pays développés. Aujourd'hui, la quantification des pertes et du gaspillage relève seulement de l'estimation, il faut donc rendre les mesures prioritaires dans les chaînes de valeur mondiales si nous voulons nous améliorer (figure 16).

Tout comme le changement climatique, les pertes et le gaspillage alimentaires peuvent être caractérisés comme un multiplicateur des impacts environnementaux, sociaux et économiques. En fixant des politiques et des objectifs nationaux en matière de déchets alimentaires et en introduisant des pratiques opérationnelles au sein de la chaîne d'approvisionnement pour encourager un changement généralisé, nous pouvons alléger la pression sur les terres et les habitats naturels, en veillant à ce que chaque calorie compte.



L'EFFONDREMENT CATASTROPHIQUE DE LA BIODIVERSITÉ DES TERRES

Le changement d'utilisation des terres est actuellement le principal facteur direct de perte de biodiversité sur les terres, talonné par le changement climatique, la surexploitation, la pollution et les espèces envahissantes.

Adrienne Etard, Jessica J. Williams et Tim Newbold (University College de Londres), Les activités humaines modifient les habitats naturels et remanient la vie à la surface de la Terre. La biodiversité terrestre est principalement touchée par cinq facteurs directs : le changement d'utilisation des terres, le changement climatique, la surexploitation, la pollution et l'introduction d'espèces envahissantes⁶².

Ces facteurs, seuls ou combinés, ont eu des effets dramatiques sur le biote terrestre. Selon le dernier Indice Planète Vivante, les populations de vertébrés ont diminué de 68 % en moyenne depuis 1970 (chapitre 1). Les impacts varient dans les différentes parties du monde, les zones tropicales hyper-diversifiées - essentielles à la conservation de la biodiversité mondiale - étant particulièrement sensibles aux menaces anthropiques⁶³.

Malgré l'impact croissant du changement climatique, les trois quarts de toutes les espèces de plantes et de vertébrés qui ont disparu depuis l'année 1500 ont été victimes de la surexploitation et/ou de l'activité agricole (les espèces envahissantes étant également une menace prédominante)^{64,62}. En effet, environ un tiers de la surface totale des terres est utilisé à des fins agricoles. L'énergie, les transports et le logement contribuent également à la conversion des terres ; les zones bâties couvrent environ 1 % de la surface totale des terres. La superficie des terres agricoles et des zones bâties a presque doublé entre 1900 et 2016⁶⁵.

Le changement d'utilisation des terres a de profondes répercussions sur la biodiversité locale. Lorsque l'homme modifie les habitats, de nombreuses espèces sont incapables de survivre dans leurs nouvelles conditions de vie. Les habitats fragmentés, comprenant des vestiges de parcelles d'habitat entourés de terres perturbées par l'homme, ne sont pas toujours assez grands pour permettre à certaines populations d'y rester. Les espèces restantes sont celles capables de faire face à des conditions modifiées ; en tant que tel, le changement d'utilisation des terres à l'échelle mondiale favorise les espèces généralistes au détriment des espèces rares et spécialisées⁶⁶⁻⁶⁸.

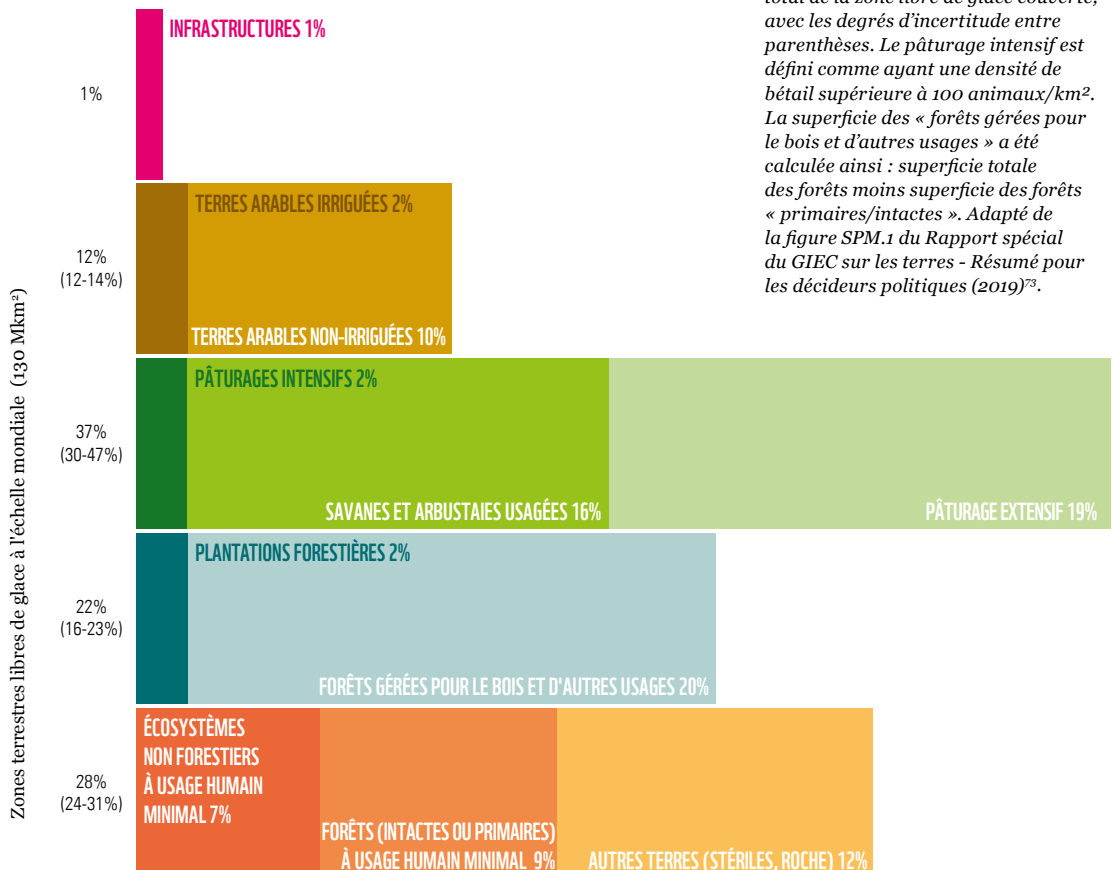
On estime que la richesse des espèces — c'est-à-dire le nombre d'espèces présentes dans une communauté écologique, un paysage ou une région — diminue en moyenne de 13,6 % à l'échelle mondiale dans les habitats modifiés par l'homme par rapport aux habitats intacts⁶⁹, bien que les effets soient inégaux d'un point de vue géographique.

La biodiversité méditerranéenne et tropicale s'est avérée être la plus sensible au changement d'utilisation des terres⁷⁰. Le changement d'utilisation des terres a également des effets négatifs indirects sur la biodiversité, par exemple les animaux écrasés sur les routes ou les conflits entre les humains et la faune sauvage.

À l'horizon 2050, les projections du modèle mondial d'utilisation des terres montrent que, sans changement du régime alimentaire, de la production et du gaspillage, les zones agricoles devront s'étendre afin de répondre à l'augmentation de la demande. Les projections futures indiquent que, d'ici 2050, il faudrait que les surfaces cultivées soient 10 à 25 % plus importantes qu'en 2005⁷¹. Les pertes de biodiversité associées peuvent avoir des effets négatifs sur la fourniture de services écosystémiques, tels que la pollinisation et la lutte contre les ravageurs, une situation aggravée par le changement climatique⁷². Pour toutes ces raisons, concilier la production alimentaire mondiale avec la conservation de la biodiversité est l'un des principaux défis du 21^e siècle.

Figure 17 : Utilisation mondiale des terres aux alentours de 2015.

L'histogramme montre les parts des différentes utilisations de la zone terrestre libre de glace à l'échelle mondiale aux alentours de l'année 2015. Les segments sont ordonnés de gauche à droite selon un gradient d'intensité décroissante de l'utilisation des terres. Chaque histogramme représente une grande catégorie de couverture terrestre ; les chiffres du haut représentent le pourcentage total de la zone libre de glace couverte, avec les degrés d'incertitude entre parenthèses. Le pâturage intensif est défini comme ayant une densité de bétail supérieure à 100 animaux/km². La superficie des « forêts gérées pour le bois et d'autres usages » a été calculée ainsi : superficie totale des forêts moins superficie des forêts « primaires/intactes ». Adapté de la figure SPM.1 du Rapport spécial du GIEC sur les terres - Résumé pour les décideurs politiques (2019)⁷³.



CARTOGRAPHIER LES DERNIÈRES ZONES DE NATURE SAUVAGE SUR TERRE

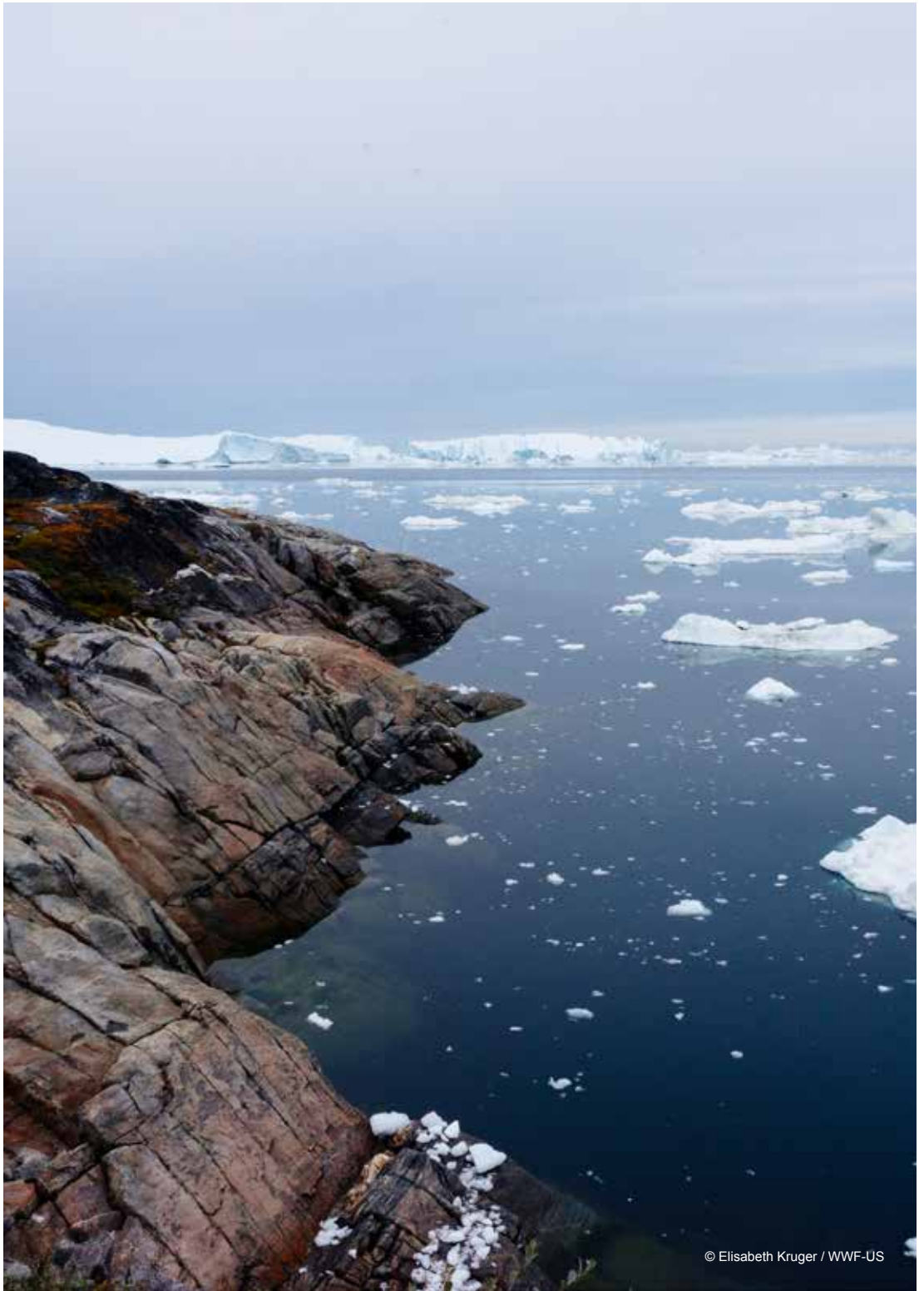
Les progrès de la technologie satellitaire nous permettent de visualiser en temps réel l'évolution de la Terre. La cartographie de l'empreinte humaine montre où se trouvent les espaces terrestres que nous impactons ou non. Elle révèle qu'une poignée de pays seulement — Russie, Canada, Brésil et Australie — contient la plupart des endroits sans empreinte humaine, les dernières zones terrestres sauvages de notre planète⁷⁴.

James Watson (université du Queensland et WCS), Brooke Williams (université du Queensland) et Oscar Venter (université du nord de la Colombie-Britannique)

Au cours des deux dernières décennies, l'accroissement de la puissance de calcul informatique qui vise à suivre la pression humaine sur la Terre grâce à un réseau de satellites combiné à un recensement croissant et à des données provenant de sources multiples⁷⁵, nous a permis de quantifier et de localiser l'occupation humaine, même clairsemée, l'agriculture de faible intensité et la construction de routes, ainsi que d'autres formes de pression humaine^{76,74}.

Le nouveau domaine de la « cartographie cumulative de la pression humaine » a permis d'intégrer ces données afin de fournir une nouvelle vision de la biosphère terrestre et du rôle de l'humanité dans la formation de ses modèles et processus (figure 18). La dernière carte de l'empreinte humaine montre clairement l'étendue spatiale de l'empreinte environnementale de l'humanité, avec 58 % de la surface du territoire soumise à une pression humaine intense (figure 19). Depuis l'an 2000, 1,9 million de kilomètres carrés (la taille du Mexique) de terres écologiquement intactes — c'est-à-dire des écosystèmes qui restent libres de toute pression humaine directe importante — ont été perdus, la plupart du temps dans les écosystèmes de prairies tropicales et subtropicales, de savane et de fourrés et dans les forêts tropicales de l'Asie du Sud-Est. Cette carte montre également que seuls 25 % de la Terre peuvent être considérés comme des « zones sauvages » (c'est-à-dire sans empreinte humaine), et que la plupart de ces zones sont situées dans un petit nombre de pays : Russie, Canada, Brésil et Australie.

Photo : Les régions polaires représentent certaines des dernières zones sauvages de la Terre, Ilulissat, au Groenland.

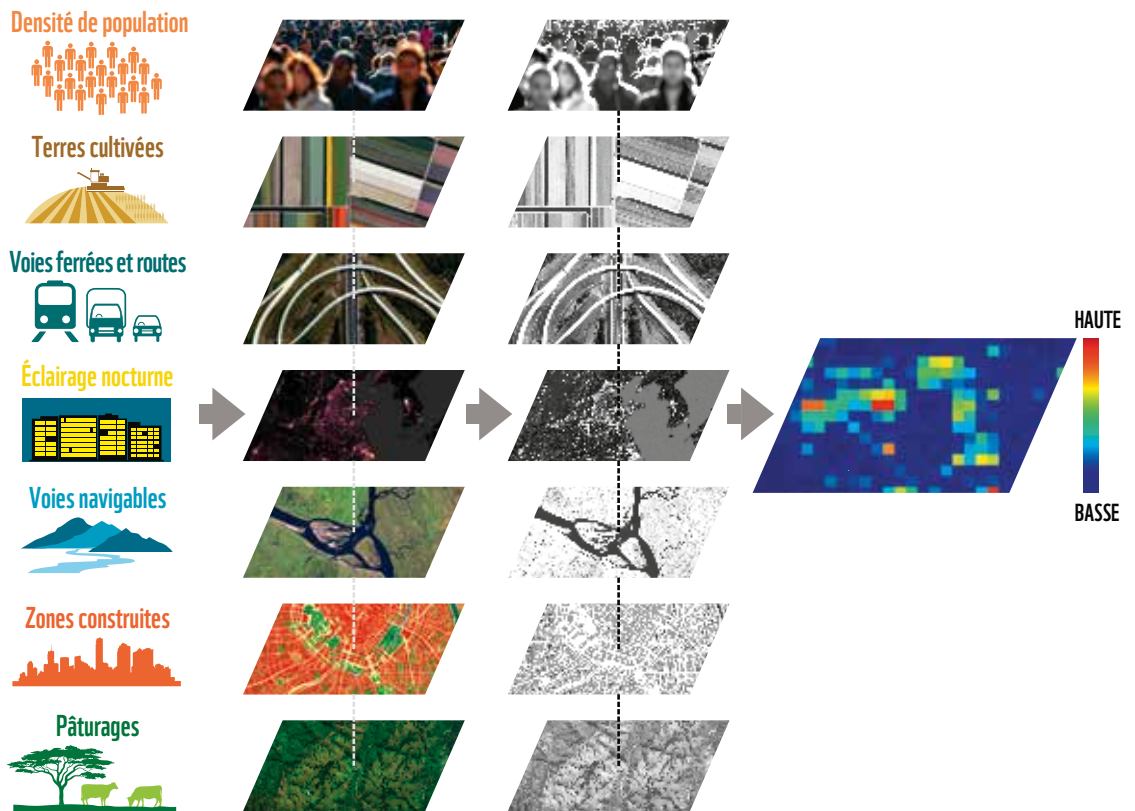


© Elisabeth Kruger / WWF-US

L'évaluation la plus récente montre que les derniers endroits écologiquement intacts sur Terre sont en proie à la même crise d'extinction que celle subie par les espèces. Ces endroits disparaissent sous nos yeux. Tout comme l'extinction des espèces, l'érosion de ces écosystèmes intacts est fondamentalement irréversible et a de profondes répercussions sur la capacité des espèces, et la nôtre, à s'adapter à un climat en évolution rapide⁷⁷. Une fois érodé,

Figure 18 :

Le cadre méthodologique général utilisé pour créer une carte de la pression humaine cumulative - adapté de Watson et Venter 2019⁷⁵.



1. Identification de la nature de la pression humaine
2. Acquisition ou développement de données sur les pressions individuelles
3. Assignment d'un score relatif de pression individuelle
4. Superposition des pressions individuelles pour former la carte de pression humaine

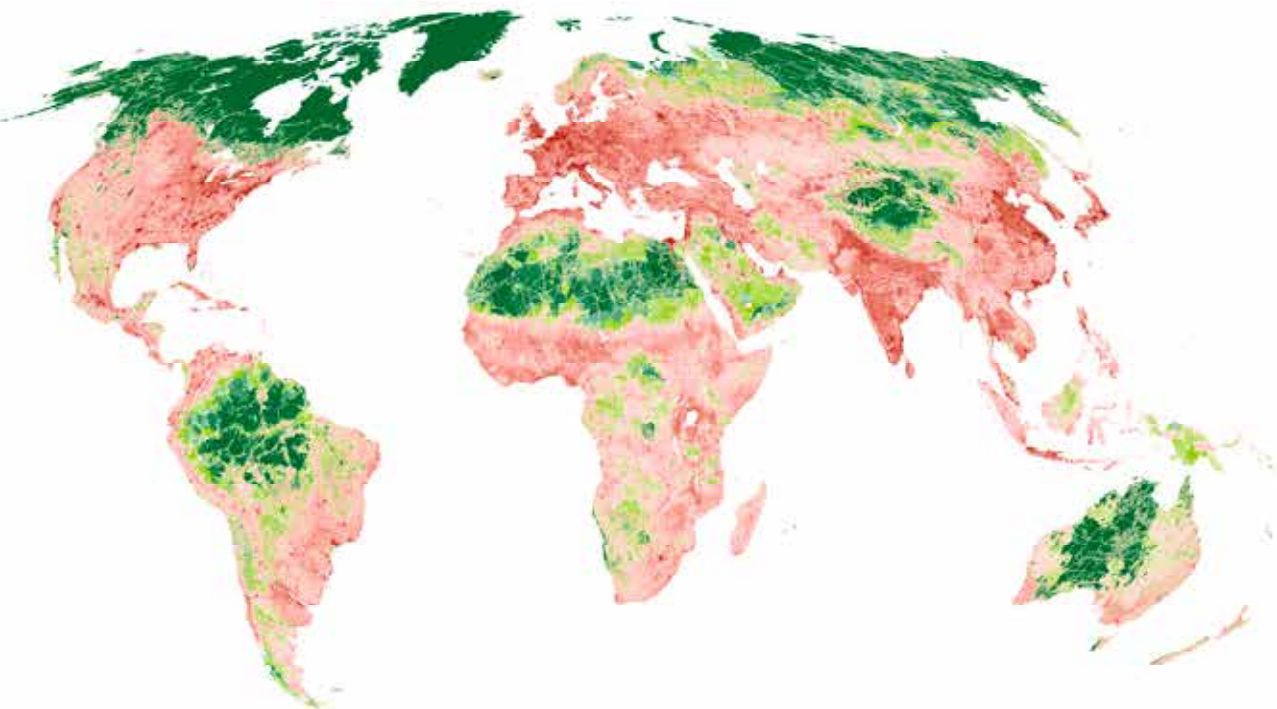
un écosystème intact et ses nombreuses valeurs ne peuvent jamais être entièrement restaurés⁷⁸. Notre capacité accrue à utiliser la technologie pour cartographier et surveiller les terres doit aller de pair avec des engagements visant à empêcher la disparition complète des écosystèmes intacts de la Terre, leur permettant de remplir leur rôle essentiel dans la réduction des crises de la biodiversité et du climat.

LÉGENDE

Dégradé	Intact	Sauvage
Haute : 50	Haute : 1	Haute : 0
Basse : 4	Basse : 4	Basse : 1

Figure 19 :

Proportion de chaque biome terrestre (Antarctique exclue) considéré comme sauvage (vert foncé, valeur empreinte humaine < 1), intact (vert clair, valeur empreinte humaine < 4), ou fortement modifié par l'homme (rouge, valeur empreinte humaine > ou égale à 4).⁷⁴



« ÇA CHAUFFE » POUR L'OcéAN

La surpêche, la pollution et le développement du littoral, entre autres pressions, ont eu des répercussions sur l'ensemble de la zone océanique, des eaux peu profondes aux grands fonds. Le changement climatique continuera à provoquer un nombre croissant d'effets sur les écosystèmes marins.

Derek P. Tittensor
(Université Dalhousie)

Dans l'océan, aucun endroit n'est entièrement épargné par l'homme⁷⁹ : seulement 13 % de sa superficie est considérée comme sauvage⁸⁰, on trouve des déchets et des détritiques marins jusque dans les fosses profondes de l'océan⁸¹, et la pression humaine augmente avec le temps⁸². Les effets négatifs de ces impacts menacent les biens et services — tels que l'approvisionnement alimentaire, la régulation du climat, le stockage du carbone et la protection des côtes — que les écosystèmes marins fournissent à la société humaine et dont nous dépendons tous.

La FAO estime que la consommation de poisson (y compris d'eau douce) fournit à plus de 3,3 milliards de personnes au moins 20 % de leur apport en protéines animales, et que les secteurs de la pêche et de l'aquaculture fournissent de l'emploi à 59,5 millions de personnes⁸³. Près de 200 millions de personnes dépendent des récifs coralliens pour se protéger des marées de tempête et des vagues⁸⁴.

On considère que la pêche destinée à la consommation humaine a le plus grand impact sur la biodiversité des océans², avec pour conséquences un stock de poissons sur trois considéré comme surexploité⁸⁵ et des prises accessoires involontaires d'espèces telles que les requins, les oiseaux de mer et les tortues⁸⁶.

Outre la pêche, de nombreux autres impacts — tels que la pollution, incluant la pollution plastique et le développement du littoral — affectent nos océans par le biais de divers mécanismes (figure 20). Le changement climatique sera de plus en plus concerné par ces facteurs de stress. Les écosystèmes marins sont déjà altérés⁸⁷, et les impacts climatiques ne feront que s'aggraver à l'avenir. Cela entraînera la modification des aires de répartition des espèces à mesure que l'océan se réchauffe,⁸⁸ ; le blanchiment des coraux⁸⁹ et des défis supplémentaires posés par l'acidification des océans pour ces organismes et d'autres organismes calcifiants ; une augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes ; des changements dans les interactions entre les espèces ; et une réduction de la productivité et de la biomasse animale⁹⁰.

À mesure que le changement climatique progressera, il posera de sérieux défis aux approches de gestion et de conservation⁹¹. Par exemple, il peut modifier les endroits où se nourrit la grande faune océanique (comme les baleines), la rendant plus susceptible d'être confrontée à des dangers comme les navires⁹² ; provoquer le déplacement d'aires de répartition entre frontières nationales ce qui influera sur les réglementations et la gouvernance⁹³ ; affecter les cycles des nutriments et la productivité⁹⁴ ; augmenter le risque d'invasion des espèces⁹⁵ ; et modifier le potentiel de production de l'aquaculture marine⁹⁶.

Photo : Thon rouge du Sud
(*Thunnus maccoyii*) mort, capturé
dans un enclos à thons, Port Lincoln,
Australie du Sud.



FACTEUR DE CHANGEMENT

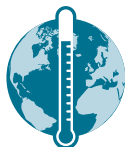
IMPACTS NÉGATIFS POTENTIELS

Pêche



Surexploitation, prises accessoires d'espèces non ciblées, destruction de l'habitat des fonds marins par le chalutage, pêche illégale, non réglementée et non déclarée (INN), collecte d'organismes pour le commerce des aquariums.

Changement climatique



Réchauffement des eaux, acidification des océans, augmentation des zones minimales d'oxygène, augmentation de la fréquence d'événements extrêmes, modification des courants océaniques.

Pollution terrestre



Ruissellement de nutriments, contaminants tels que les métaux lourds, les micro et macro-plastiques.

Pollution des océans



Décharge de déchets, fuites et déversements de fuel des navires, marées noires issues des plateformes offshore, pollution sonore.

Développement du littoral



Destruction des habitats, pression accrue sur les rivages locaux, augmentation de la pollution et des déchets.

Espèces exotiques envahissantes



Espèces envahissantes introduites accidentellement (par exemple par l'eau de ballast) ou délibérément ; anticipation possible d'autres invasions dues au climat.

Infrastructure offshore



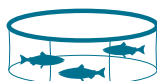
Perturbation physique des fonds marins, création d'une structure d'habitats.

Transport maritime



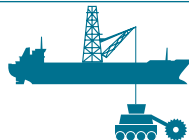
Collisions avec les navires, pollution due aux décharges.

Mariculture (aquaculture d'organismes marins)



Présence physique d'installations aquacoles, pollution.

Exploitation minière en haute mer



Destruction des fonds marins, panaches de colonisation sur les fonds marins, risque de fuites et de déversements de produits chimiques, pollution sonore.

EXEMPLES DE CONSÉQUENCES ÉCOLOGIQUES

Réduction de la taille des populations, restructuration des écosystèmes et des cascades trophiques, réduction de la taille corporelle, extinction locale et commerciale d'espèces, « pêche fantôme » due à la perte ou à l'abandon d'engins de pêche.

Blanchissement des récifs coralliens, éloignement des espèces des eaux chaudes, changements dans les interactions écologiques et le métabolisme, changements dans les interactions avec les activités humaines (par exemple, la pêche, les collisions avec les navires) à mesure que les organismes modifient leur emplacement et leur utilisation de l'espace, changements dans les modes de circulation et de productivité des océans, changements dans l'incidence des maladies et du calendrier des processus biologiques.

Prolifération des algues et mort des poissons, accumulation de toxines vers le haut de la chaîne alimentaire, l'ingestion et l'enchevêtrement dus aux débris plastiques et autres.

Impacts toxiques sur la physiologie des organismes marins, impacts de la pollution sonore sur le comportement des animaux marins.

Réduction de la superficie d'habitats tels que les mangroves et les herbiers marins, limitant la capacité des habitats et des organismes côtiers à se déplacer et à migrer pour s'adapter au changement climatique.

Compétition des espèces envahissantes vis-à-vis des indigènes, perturbation des écosystèmes pouvant provoquer des extinctions locales ou mondiales.

Destruction locale d'habitats de fonds marins, mise en place de structures permettant aux organismes de coloniser et de s'y regrouper.

Impacts sur la taille des populations de mammifères marins menacés des collisions avec les navires, impacts physiologiques et physiques de la pollution.

Potentiel d'accumulation de nutriments et de prolifération d'algues, maladies, utilisation d'antibiotiques, évasion d'organismes d'élevage et impacts sur l'écosystème local, impact indirect des pêches de capture pour un approvisionnement en farine de poisson comme denrée alimentaire.

Destruction de l'habitat physique (par exemple, les coraux d'eau froide) et de la couche benthique, étouffement potentiel des organismes par les panaches de colonisation.

Figure 20 :

Facteurs anthropiques de changement dans les écosystèmes marins, types d'impacts négatifs qui peuvent en découler et exemples de conséquences écologiques potentielles. Il est important de noter que les impacts négatifs peuvent être atténués et doivent être mis en balance avec les bénéfices sociétaux dans certains cas. Pour l'exploitation minière en eaux profondes, il s'agit d'impacts anticipés, car pour l'heure, elle n'est pas encore appliquée à grande échelle. Notez que les impacts liés à des déterminants individuels peuvent varier aussi bien à une échelle locale qu'à une échelle plus globale. Extrait de l'IPBES (2019)² et des références qui y figurent.

CHAPITRE 3

L'HOMME ET LA NATURE SONT INTERCONNECTÉS

La nature est indispensable à l'existence humaine et à sa qualité de vie. Elle fournit l'air, l'eau douce et les sols dont dépend l'humanité. Alors que nourriture, énergie et matériaux sont plus accessibles que jamais dans la plupart des pays, cela se fait de plus en plus au détriment de la capacité de la nature à nous approvisionner. La perception des risques environnementaux évolue et il est clair que la conservation de la biodiversité est un investissement stratégique non négociable pour notre santé, notre bien-être et notre vie quotidienne.

Photo : Enfants traversant un pont vivant sur le chemin de l'école, région de Meghalaya, Inde.





© Amos Chapple

LE CHANGEMENT MONDIAL A DÉJÀ UN IMPACT SUR NOTRE SANTÉ, NOTRE RICHESSE ET NOTRE SÉCURITÉ

Récemment, une série d'événements catastrophiques a ébranlé la conscience environnementale du monde, montrant que la conservation de la biodiversité est plus qu'un engagement éthique pour l'humanité, c'est un investissement stratégique et non négociable visant à préserver notre santé, notre richesse, et notre sécurité.

Moreno Di Marco (université de Rome, la Sapienza) L'activité humaine repose fondamentalement sur des biens et des services qui sont fournis et régulés par la biodiversité, y compris la nourriture, l'eau propre, l'atténuation du climat et les liens culturels¹. Néanmoins, notre impact sur la biodiversité est omniprésent depuis la préhistoire, et la dégradation environnementale s'est rapidement accélérée au cours des dernières décennies².

En 2019, l'Afrique a connu sa plus grande invasion de criquets pèlerins depuis des décennies. Elle a commencé dans le sud de la péninsule arabique, où le changement climatique a provoqué deux cyclones et des pluies exceptionnellement fortes en 2018³. Ces conditions ont créé des zones de reproduction parfaites pour les criquets, qui ont migré vers l'Afrique de l'Est et l'Asie du Sud, dévastant les cultures sur leur passage. Toujours en 2019, une vague de chaleur exceptionnellement intense et longue a entraîné des sécheresses extrêmes en Inde et au Pakistan, forçant des dizaines de milliers de personnes à abandonner leur foyer et causant un nombre de morts encore inconnu⁴.

Image de la série Notre Planète, © Ryan Atkinson/Silverback/Netflix



Quelques mois plus tard, l'Australie a été touchée par l'une des saisons de feux de brousse les plus intenses jamais enregistrées, ravageant plus de 10 millions d'hectares, la taille de l'Islande, et exposant plus de 10 millions de personnes à une épaisse fumée⁵. Cette crise a été exacerbée par des précipitations exceptionnellement faibles et des températures record, ainsi que par une exploitation forestière excessive qui a créé une végétation de sous-bois plus sèche et plus inflammable⁶.

L'année 2020 restera dans les livres d'histoire pour une toute autre raison, celle de l'apparition d'un coronavirus jusqu'alors inconnu, source d'une pandémie qui a pris le monde en otage. Au cours des six premiers mois seulement, des centaines de milliers de personnes sont mortes, des millions ont été infectées, et la société a été confrontée à un impact économique durable de l'ordre de milliers de milliards de dollars américains.

Bien que l'origine de la COVID-19 reste inconnue, 60 % des maladies infectieuses émergentes sont d'origine animale, et trois quarts de celles-ci proviennent d'animaux sauvages^{8,23}. L'émergence de ces maladies est liée à une forte densité de population humaine et à une grande diversité de la faune sauvage, et est favorisée par des changements anthropiques, tels que la déforestation et l'extension des terres agricoles, l'intensification de la production de bétail et l'augmentation des captures d'animaux sauvages^{8,9}. Ce fut le cas pour le virus Nipah en Malaisie en 1998, le SRAS en Chine en 2003, Ebola en Afrique de l'Ouest en 2013-2016, et bien d'autres¹⁰. L'atténuation des facteurs sous-jacents du risque d'émergence des maladies nécessitera donc la prise en compte de multiples dimensions du développement socio-économique ciblant un éventail diversifié de questions sociétales¹¹.

Il est désormais clair que les conséquences sociales et économiques de la dégradation de l'environnement sont catastrophiques, et préserver la santé, la richesse et la sécurité humaines est intrinsèquement lié à la protection de la santé environnementale.

Photo : Une forêt tropicale asiatique vierge le long d'une plantation de palmiers à huile.



TENDRE NOTRE FILET DE SÉCURITÉ JUSQU'AU POINT DE RUPTURE

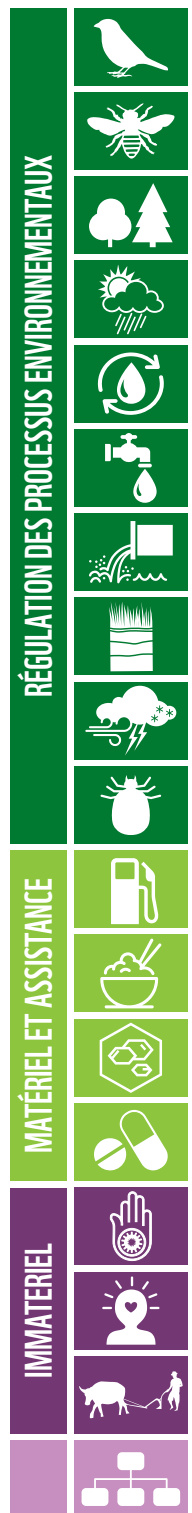
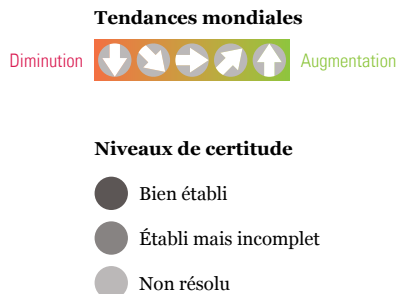
Berta Martin-Lopez
(université Leuphana,
Lunebourg)
et Sandra Díaz
(CONICET et université
nationale de Córdoba,
Argentine
et coprésidente
de l'évaluation
mondiale de l'IPBES)

La nature est indispensable à l'existence humaine et à sa qualité de vie. Elle fournit l'air, l'eau douce et les sols dont l'humanité dépend. Elle régule également le climat, assure la pollinisation et la lutte contre les ravageurs, et réduit l'impact des risques naturels. Alors que nourriture, énergie et matériaux sont plus accessibles que jamais dans la plupart des pays, cela se fait de plus en plus au détriment de la capacité de la nature à nous approvisionner, la surexploitation des plantes et des animaux compromettant les nombreuses autres contributions de la nature^{13,99}. Dans le cadre conceptuel de la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES), ces contributions sont appelées « Contributions de la nature aux populations ^{13,99} ». Ce tableau tiré du résumé de l'IPBES pour les décideurs présente l'évolution mondiale de certaines de ces contributions de 1970 à nos jours : nous explorons ces concepts plus en détail dans la dernière section de ce chapitre.

Figure 21 : Tendances mondiales de 1970 à nos jours des 18 catégories de la Contribution de la Nature aux Populations.

14 des 18 catégories analysées ont diminué depuis 1970^{2,13}. (Figure adaptée de Díaz, S. et Coll. (2019)⁹⁹, IPBES (2019)¹³)

Légende



CONTRIBUTION DE LA NATURE AUX POPULATIONS	TENDANCE MONDIALE SUR 50 ANS	INDICATEUR SÉLECTIONNÉ
CRÉATION ET MAINTIEN DES HABITATS		<ul style="list-style-type: none"> • Étendue de l'habitat approprié • Intégrité de la biodiversité
POLLINISATION ET DISPERSION DES SEMENCES ET AUTRES PROPAGULES		<ul style="list-style-type: none"> • Diversité des pollinisateurs • Étendue de l'habitat naturel dans les zones agricoles
RÉGULATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR		<ul style="list-style-type: none"> • Rétention et prévention des émissions de polluants atmosphériques par les écosystèmes
RÉGULATION DU CLIMAT		<ul style="list-style-type: none"> • Prévention des émissions et absorption des gaz à effet de serre par les écosystèmes
RÉGULATION DE L'ACIDIFICATION DES OCÉANS		<ul style="list-style-type: none"> • Capacité des environnements marins et terrestres à séquestrer le carbone
RÉGULATION DE LA QUANTITÉ, DE LA LOCALISATION ET DU RYTHME DES FLUX D'EAU DOUCE		<ul style="list-style-type: none"> • Impact des écosystèmes sur le partage entre l'air, la surface et les eaux souterraines
RÉGULATION DE LA QUALITÉ DES EAUX DOUCES ET DES EAUX CÔTIÈRES		<ul style="list-style-type: none"> • Étendue des écosystèmes qui filtrent ou ajoutent des composants à l'eau
FORMATION, PROTECTION ET DÉCONTAMINATION DES SOLS ET DES SÉDIMENTS		<ul style="list-style-type: none"> • Carbone organique du sol
RÉGULATION DES RISQUES ET DES ÉVÉNEMENTS EXTRÊMES		<ul style="list-style-type: none"> • Capacité des écosystèmes à absorber et à atténuer les dangers
RÉGULATION DES ORGANISMES NUISIBLES ET DES PROCESSUS BIOLOGIQUES		<ul style="list-style-type: none"> • Étendue de l'habitat naturel dans les zones agricoles • Diversité des hôtes de maladies vectorielles
ÉNERGIE		<ul style="list-style-type: none"> • Étendue des terres agricoles - terres potentielles pour la production de bioénergie • Étendue des terres forestières
ALIMENTS POUR HUMAINS ET ANIMAUX		<ul style="list-style-type: none"> • Étendue des terres agricoles - terres potentielles pour la production d'aliments pour humains et animaux • Abondance des stocks de poissons marins
MATÉRIEL ET ASSISTANCE		<ul style="list-style-type: none"> • Étendue des terres agricoles - terres potentielles pour la production • Étendue des terres forestières
RESSOURCES MÉDICALES, BIOCHIMIQUES ET GÉNÉTIQUES		<ul style="list-style-type: none"> • Fraction des espèces connues localement et utilisées à des fins médicales • Diversité phylogénétique
APPRENTISSAGE ET INSPIRATION		<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de personnes en contact étroit avec la nature • Diversité de la vie dont on peut tirer des enseignements
EXPÉRIENCES PHYSIQUES ET PSYCHOLOGIQUES		<ul style="list-style-type: none"> • Zone de paysages terrestres et marins
SUPPORT DE L'IDENTITÉ		<ul style="list-style-type: none"> • Stabilité de l'utilisation des terres et de la couverture terrestre
MAINTIEN DES OPTIONS		<ul style="list-style-type: none"> • Probabilité de survie des espèces • Diversité phylogénétique

Intrinsèquement liés : humains en bonne santé et planète saine

Le siècle dernier a été marqué par des progrès extraordinaires en matière de santé et de bien-être humains.

On célèbre ces avancées à raison, mais c'est l'exploitation des systèmes naturels du monde qui les a rendues possibles, celle-là même qui aujourd'hui est tout aussi en mesure de les défaire.

Thomas Pienkowski
et Sarah Whitmee
(université d'Oxford)

La santé humaine s'est beaucoup améliorée au cours des cinquante dernières années. À titre d'exemples, la mortalité infantile des moins de cinq ans a baissé de moitié depuis 1990¹⁵, la part de la population mondiale vivant avec moins de 1,90 dollar par jour a diminué des deux tiers au cours de la même période¹⁶, et l'espérance de vie à la naissance est aujourd'hui d'environ quinze ans supérieure à ce qu'elle était il y a cinquante ans¹⁷.

Ces évolutions sont positives, mais elles ont été obtenues par l'exploitation et l'altération des systèmes naturels du monde. Les niveaux actuels des changements environnementaux mettent en péril la capacité de ces systèmes naturels à rendre leurs inestimables services à l'humanité et créent également de nouvelles menaces pour la santé¹⁸. Les contributions de la nature à la santé sont diverses, allant de la médecine traditionnelle et des produits pharmaceutiques dérivés des plantes à la filtration des zones humides (voir notre supplément « deep dive » into freshwater^{19,20}). Ainsi, l'érosion de la nature menace de ralentir et, dans certains cas, d'inverser ces tendances positives en matière de santé et de bien-être.

Conscients de la situation, en 2015, la Rockefeller Foundation et la commission Lancet ont introduit le concept de « santé planétaire », le définissant comme « la santé de la civilisation humaine et l'état des systèmes naturels dont elle dépend », et reconnaissant que la nature et le bien-être humain sont profondément liés²¹.

L'émergence de zoonoses dues, en partie, à la dégradation environnementale en est un exemple²². La pandémie mondiale de coronavirus a causé d'incroyables souffrances humaines et des bouleversements sociaux et économiques. Bien que les origines de la COVID-19 restent incertaines, 60 % des maladies infectieuses émergentes proviennent des animaux, et près des trois quarts d'entre elles d'animaux sauvages^{8,23}. Ces maladies peuvent se propager à l'homme de diverses manières, parfois par contact direct avec des animaux sauvages, mais souvent par le biais d'hôtes intermédiaires tels que les animaux domestiques²⁴.

Photo : Une réunion entre mères est dirigée par un bénévole de la santé communautaire à Bardia, au Népal



Le taux d'émergence des maladies infectieuses a considérablement augmenté au cours des quatre-vingts dernières années⁸, une étude suggérant que les maladies d'origine animale provoquent chaque année 2,5 milliards de cas de maladie et près de 3 millions de décès²⁵. Étant donné qu'un grand nombre de ces maladies proviennent de la faune sauvage, la prévention de la prochaine pandémie pourrait dépendre de la compréhension de la manière dont la relation de l'humanité avec la nature contribue à l'émergence de ces maladies.

Nous savons que près de la moitié des nouvelles maladies infectieuses émergentes d'origine animale sont liées au changement d'utilisation des terres, à l'intensification agricole et à l'industrie alimentaire²⁶. L'expansion agricole et industrielle dans les zones naturelles perturbe souvent les systèmes écologiques qui régulent le risque pathogène, en particulier dans les tropiques riches en biodiversité^{27,28}. Cela peut entraîner un contact étroit entre la faune sauvage, le bétail et les hommes, augmentant ainsi le risque de propagation de la maladie aux humains²⁹.

Des exemples préoccupants de maladies émergent également en raison du commerce d'animaux sauvages, comme le VIH/SIDA lié à la consommation de chimpanzés, le SRAS lié aux marchés mettant en vente des animaux sauvages, et le virus Ebola lié à la chasse aux grands singes³⁰⁻³². Ces exemples illustrent les liens et compromis complexes entre la nature, la santé et d'autres aspects du bien-être humain. Par exemple, la viande de brousse qui apporte une contribution essentielle à la santé et aux moyens de subsistance de millions de personnes dans le monde^{33,34}.

Les maladies comme la COVID-19, dont l'origine est animale, illustrent parfaitement ce lien entre la santé des personnes et celle de la planète. D'autres types de changements environnementaux, tels que le changement climatique et la perte de biodiversité, constituent également de graves menaces pour la santé humaine dans un avenir proche. Cependant, il existe des solutions à portée de main qui peuvent être bénéfiques à la fois aux populations et à la planète. La façon dont l'humanité choisira de se remettre de la pandémie de COVID-19 et dont elle fera face aux menaces imminentes du changement environnemental global aura une influence sur la santé des générations à venir.

Photo : La Pervenche de Madagascar (*Catharanthus roseus*) est appréciée pour ses utilisations médicales, notamment dans le traitement de la leucémie des enfants et d'autres cancers, Madagascar.



Intrinsèquement liés : humains en bonne santé et planète saine

Les liens entre **BIODIVERSITÉ** et **SANTÉ** sont vastes, de la médecine traditionnelle et des produits pharmaceutiques dérivés des plantes à la filtration des zones humides^{13, 19, 20}.

LA SANTÉ est « un état de complet bien-être physique, mental et social et non pas seulement l'absence de maladie ou d'infirmité. La jouissance du meilleur état de santé possible est l'un des droits fondamentaux de tout être humain, sans distinction de race, de religion, de convictions politiques¹⁰⁷. »

LA BIODIVERSITÉ est « le fruit de milliards d'années d'évolution, au gré de processus naturels et, de plus en plus soumis à l'influence des êtres humains. Elle constitue la toile de la vie dont nous faisons intégralement partie et dont nous sommes totalement dépendants. La biodiversité englobe une variété d'écosystèmes tels que ceux que l'on rencontre dans les déserts, les forêts, les zones humides, les montagnes, les lacs, les fleuves et les rivières, et les paysages agricoles. Dans chaque écosystème, les êtres vivants, y compris les êtres humains, forment un tout, interagissant, les uns avec les autres, mais aussi avec l'air, l'eau, et la terre qui les entourent ». Convention sur la diversité biologique, CDB (2020)¹⁰⁸.

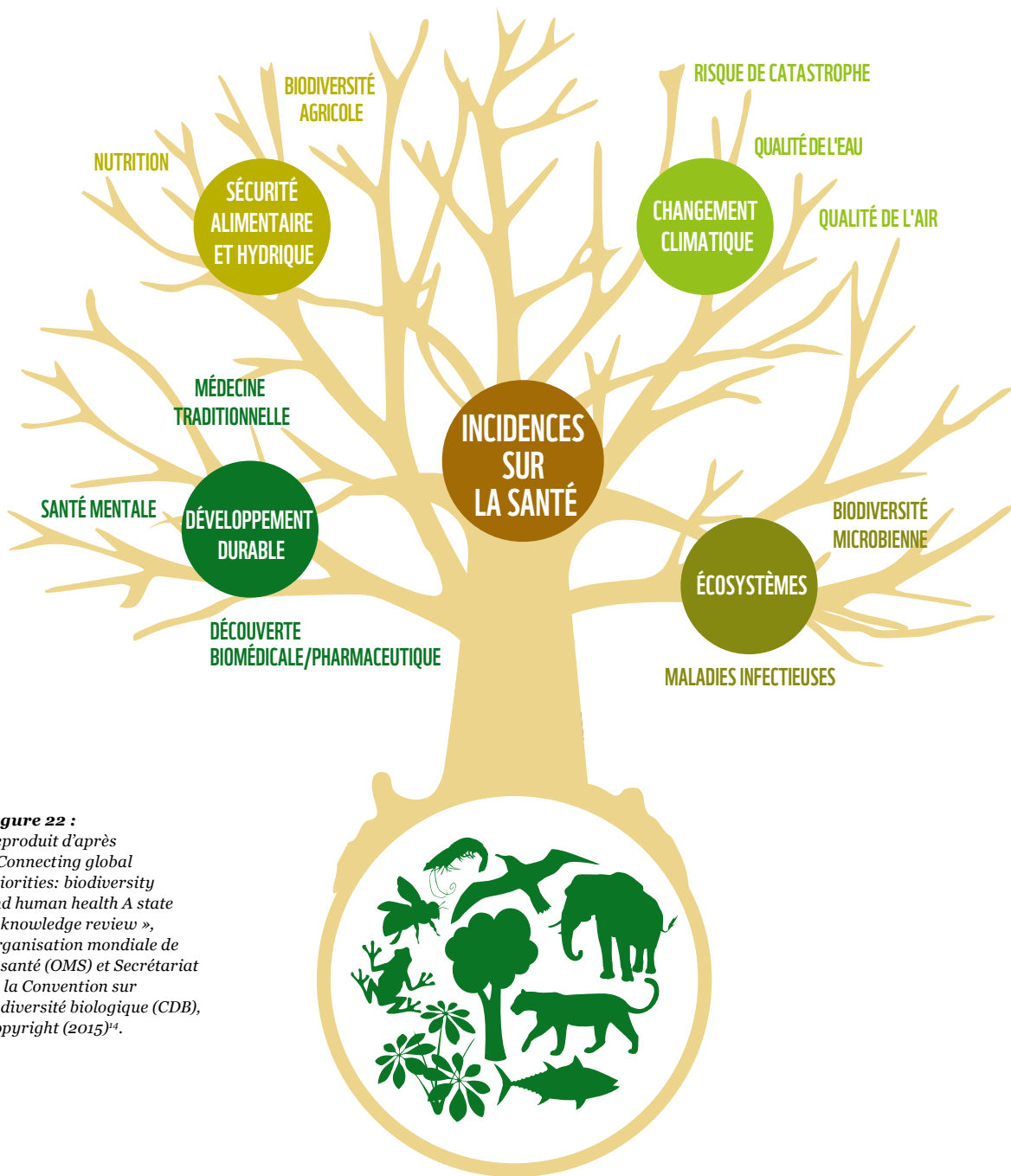


Figure 22 :
 Reproduit d'après
 « Connecting global
 priorities: biodiversity
 and human health A state
 of knowledge review »,
 Organisation mondiale de
 la santé (OMS) et Secrétariat
 de la Convention sur
 la diversité biologique (CDB),
 Copyright (2015)¹⁴.

Passer au vert : santé et bien-être dans les villes

Un nombre croissant de preuves confirme qu'il est bon pour la santé et le bien-être de chacun d'avoir accès à des espaces verts et naturels près de chez soi, cela peut contribuer à réduire les inégalités en matière de santé.

Catharine Ward
Thompson
(Centre de
recherche
OPENspace,
université
d'Édimbourg)

Tout au long de l'histoire, le lien entre l'accès aux espaces verts et le bien-être et la santé des citoyens n'a cessé d'être démontré.

Ce fut d'ailleurs l'une des forces motrices du mouvement en faveur des parcs urbains du 19^e siècle en Europe et en Amérique du Nord³⁵. Toutefois, jusqu'à récemment, les nombreux mécanismes à l'origine de ces liens ont été mal compris ou ont manqué de preuves scientifiques rigoureuses. De nouvelles techniques de recherche permettent depuis peu d'étudier avec une sophistication croissante ce qui se cache derrière le rapport entre espace vert et santé. Elles démontrent les relations entre l'accès à des environnements verts ou naturels et un éventail d'effets sur la santé, comme une probabilité réduite de maladies cardiovasculaires³⁶, d'obésité³⁷, de diabète³⁸, d'hospitalisation pour asthme³⁹, de détresse mentale⁴⁰ et, en fin de compte, de mortalité⁴¹ chez les adultes ; ainsi que des risques plus faibles d'obésité⁴² et de myopie⁴³ chez les enfants. Un plus grand nombre d'espaces verts dans son quartier est également associé à un meilleur état de santé autodéclaré^{44,45,43}, au bien-être subjectif⁴⁶ chez les adultes, à l'amélioration des accouchements⁴⁷⁻⁴⁹ et au développement cognitif des enfants⁴⁵. D'après de récentes études épidémiologiques, l'accès à des espaces verts urbains pourrait avoir des effets sur la santé tout au long de la vie, l'accès aux espaces verts pendant l'enfance, par exemple, permettant de prédire la santé cognitive et le bien-être mental des personnes âgées de 70 ans ou plus⁵⁰⁻⁵².

Les démonstrations actuelles reliant les espaces verts et la santé proviennent principalement des pays développés. Les espaces verts urbains pourraient également entraîner des « dysfonctionnements écosystémiques » dans certaines villes du monde, comme la propagation de maladies infectieuses et des interactions problématiques avec la faune sauvage, mais l'argument en faveur d'espaces verts urbains comme élément fondamental de villes soutenables, saines et vivables demeure, même dans les pays du sud⁵³. L'investissement dans des interventions environnementales, telles que l'extension de la quantité d'espaces verts urbains et l'amélioration de leur qualité et de leur connectivité, peut offrir de multiples services écosystémiques tout en favorisant une santé humaine meilleure et plus équitable⁵⁴.



Érable plane (*Acer platanoides*)
dans le parc national urbain royal, Suède.

© WWF-Sweden / Germund Sellgren

Semer les graines de la connexion à la nature

De nouvelles recherches commencent à montrer la façon dont l'expérience de la nature par les enfants a des effets à long terme sur la façon dont ils valorisent la nature et agissent pour elle à l'âge adulte.

Riyan van den Born
(université Radboud
de Nimègue)

Qu'est-ce qui motive les gens à agir pour la nature ?

Nous savons que les gens agissent pour la nature parce qu'elle a une valeur instrumentale, c'est-à-dire qu'elle améliore nos revenus ou notre santé ; une valeur morale, par exemple son droit intrinsèque d'exister ; et une valeur relationnelle, par exemple la connectivité et le fait de vivre une vie qui a du sens^{55,56}. Dans sept pays européens, nous avons fait des études sur des militants engagés en faveur de la nature et avons constaté que le désir de vivre une vie pleine de sens était la principale force d'énergie d'une action engagée⁵⁷. D'autres études ont démontré que le fait de mener une vie pleine de sens était « une composante fondamentale du bien-être humain »⁵⁸, et donc une motivation humaine fondamentale.

Reconnaître l'importance du sentiment de connexion à la nature soulève la question de savoir comment développer ce lien et le renforcer. Les études montrent que pour établir ce lien, il est d'abord important d'être en contact avec la nature dès la petite enfance et également crucial de vivre, pendant l'enfance, des expériences intenses et autonomes dans la nature⁵⁹. L'accès des enfants à la nature est donc d'une importance vitale, surtout depuis que de plus en plus d'enfants grandissent dans des zones urbaines où le contact avec la nature peut être rare. Nos travaux confirment que des interactions intenses avec la nature sans la supervision d'un adulte⁶⁰ sont essentielles pour établir cette connectivité⁶¹, condition clé de l'engagement et de l'action en faveur de la conservation de la nature en grandissant.

Photo : Salima Gurau cueille des légumes dans les jardins que sa famille d'accueil gère au Népal.



© Karine Aigner / WWF-US

LA BIODIVERSITÉ EST ESSENTIELLE À LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

La biodiversité nourrit le monde. Nous devons agir de toute urgence pour stopper son érosion

Julie Bélanger et Dafydd Pilling
(Organisation des Nations unies
pour l'alimentation et l'agriculture, FAO)

On considère que la sécurité alimentaire existe « lorsque tous les êtres humains ont, à tout moment, un accès physique, social et économique à une nourriture suffisante, saine et nutritive leur permettant de satisfaire leurs besoins énergétiques et leurs préférences pour mener une vie saine et active⁶² ». Avec environ 820 millions de personnes sous-alimentées dans le monde, un nombre en augmentation ces dernières années, et plus de 2 milliards de personnes dont on estime qu'elles n'ont pas un accès régulier à une alimentation sûre, nutritive et suffisante⁶³, la sécurité alimentaire mondiale est loin d'être atteinte. Des changements majeurs sont nécessaires pour atteindre l'Objectif de développement durable 2 : Zéro Faim (visant à mettre un terme à la faim et à toutes les formes de malnutrition d'ici 2030). Une meilleure gestion de la biodiversité est d'une importance capitale à cet égard.

L'évaluation mondiale de la biodiversité pour l'alimentation et l'agriculture de la FAO⁶⁴, sur laquelle s'appuie cette section, fournit une analyse des multiples façons dont la biodiversité contribue à la sécurité alimentaire (figure 23, pages 92-93). Des milliers d'espèces de plantes, d'animaux, de champignons et de micro-organismes sauvages et domestiqués sont consommés en guise d'aliments. Parmi les espèces domestiquées, des milliers de variétés de plantes, de races d'élevage et de productions aquacoles différentes ont été développées. Toute cette diversité s'ajoute aux choix dont disposent les producteurs de denrées alimentaires et élargit la gamme des aliments disponibles. Elle permet de produire des aliments dans une grande variété d'environnements différents et contribue à fournir aux gens une alimentation diversifiée et équilibrée. Des millions de moyens de subsistance sont assurés par l'agriculture ou la récolte d'une grande variété d'espèces comme aliments, fourrages, combustibles et production de fibres.

Au-delà des espèces que nous mangeons, une vaste gamme d'autres espèces — ainsi que des écosystèmes entiers — sont essentiels à la production alimentaire. Il s'agit notamment des pollinisateurs qui permettent à un grand nombre d'espèces cultivées de se reproduire,

des ennemis naturels qui protègent les cultures des ravageurs et réduisent le besoin de pesticides nocifs, des micro-organismes et des invertébrés qui enrichissent les sols, des écosystèmes de prairies qui fournissent de la nourriture au bétail, et des mangroves, des récifs coralliens et des herbiers marins qui constituent des habitats pour les poissons. De nombreux écosystèmes contribuent de multiples façons à fournir les conditions nécessaires à la production alimentaire, par exemple en régulant les flux d'eau ou en protégeant contre les tempêtes.

La biodiversité – à l'échelle de la génétique, des espèces et des écosystèmes – rend les systèmes de production et les moyens de subsistance plus aptes à résister aux chocs et à répondre aux changements environnementaux, sociaux et économiques. La diversité génétique permet aux populations de s'adapter au fil du temps grâce à la sélection naturelle. Dans le cas des espèces domestiquées, elle sert de base aux programmes de sélection visant à augmenter la production ou à améliorer la capacité des cultures, des arbres, du bétail ou des organismes aquatiques d'élevage à faire face à des défis tels que les températures élevées ou la présence de maladies ou de ravageurs.

Les bénéfices potentiels de la biodiversité pour la sécurité alimentaire sont loin d'être entièrement connus. Les espèces plus riches en micronutriments et en vitamines, ou mieux adaptées aux conditions locales, sont souvent sous-utilisées. Parmi les plantes par exemple, seules neuf espèces (canne à sucre, maïs, riz, blé, pommes de terre, soja, manioc, betterave à sucre et palmier à huile) représentent 67 % de l'ensemble de la production cultivée⁶⁵. Il existe également de nombreuses façons d'accroître les contributions indirectes de la biodiversité à la sécurité alimentaire, par exemple en protégeant les sols ou en fournissant des habitats aux pollinisateurs ou aux ennemis naturels des ravageurs, au sein et à proximité des systèmes de production.

De nombreuses espèces et écosystèmes importants pour l'alimentation et l'agriculture sont en déclin, et la diversité génétique au sein des espèces diminue. Les principales menaces sont les changements destructeurs dans l'utilisation et la gestion des terres et de l'eau, comme dans le secteur alimentaire et agricole, le changement climatique et la surexploitation des espèces sauvages utilisées pour l'alimentation. Il sera essentiel pour l'avenir de la sécurité alimentaire mondiale d'inverser ces tendances négatives et de répondre à ces menaces.

En 2019, la FAO a lancé le premier rapport sur **l'état de la Biodiversité dans le monde pour l'alimentation et l'agriculture**⁶⁴. Cinq ans ont été nécessaires pour produire cette étude sous la direction de la Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture de la FAO, par le biais d'un processus participatif dirigé par les pays, impliquant plus de 175 auteurs et réviseurs qui ont fondé leur analyse sur 91 rapports nationaux auxquels ont contribué plus de 1 300 personnes. Elle détaille le rôle inestimable que joue la biodiversité dans l'alimentation et l'agriculture, et la manière dont les agriculteurs, les éleveurs, les habitants des forêts, les pêcheurs et les pisciculteurs ont modelé la biodiversité. Le rapport analyse également les principaux facteurs d'érosion de la biodiversité et évoque des pistes de production plus respectueuses de l'environnement.

MOYENS DE SUBSISTANCE

SÉCURITÉ ALIMENTAIRE



Espèces domestiquées



PLANTES TERRESTRES

Environ 6 000 espèces dont 9 représentent 2/3 de la production végétale⁶⁷

Des milliers de variétés, races naturelles et cultivars (nombre exact inconnu) - quelque 5,3 millions d'échantillons sont stockés dans des banques de gènes⁶⁸



ANIMAUX TERRESTRES

Environ 40 espèces d'oiseaux et de mammifères, dont 8 fournissent plus de 95 % de l'alimentation humaine issue du bétail⁶⁹

Environ 8 800 races (populations distinctes au sein d'une même espèce)⁶⁵



ANIMAUX ET PLANTES AQUATIQUES

Près de 700 espèces utilisées en aquaculture, dont 10 représentent 50 % de la production⁶⁴

Peu de souches reconnues (populations distinctes au sein d'une même espèce)⁶⁴



MICRO-ORGANISMES ET CHAMPIGNONS

Des milliers d'espèces de champignons et de micro-organismes essentiels aux processus alimentaires tels que la fermentation⁶⁵

Environ 60 espèces de champignons comestibles cultivées à des fins commerciales⁶⁰



CONTRIBUTIONS INDIRECTES : LA BIODIVERSITÉ QUI CRÉE LES CO



GÈNES, ESPÈCES ET ÉCOSYSTÈMES

Des milliers d'espèces de pollinisateurs, d'« ingénieurs du sol », d'ennemis naturels des nuisibles, de bactéries fixatrices d'azote et d'espèces sauvages apparentées à des espèces domestiquées

CONTRIBUTIONS DIRECTES : LA BIODIVERSITÉ UTILISÉE COMME NOURRITURE

RÉSILIENCE

Espèces sauvages



Plus de 1 160 espèces de plantes sauvages utilisées comme nourriture par l'homme⁶³



Au moins 2 111 espèces d'insectes, 1 600 d'oiseaux, 1 110 de mammifères, 140 de reptiles et 230 d'amphibiens consommées par l'homme



Plus de 1 800 espèces de poissons, crustacés, mollusques, échinodermes, coelentérés et plantes aquatiques récoltées par les pêches de capture mondiales⁶³

10 espèces/groupes d'espèces représentent 28 % de la production⁶²



1 154 espèces et genres de champignons sauvages comestibles⁶⁶

CONDITIONS DE PRODUCTION ALIMENTAIRE



Des écosystèmes tels que les herbiers marins, les récifs coralliens, les mangroves, les autres zones humides, les forêts et les pâturages qui fournissent des habitats et d'autres services écosystémiques à de nombreuses espèces importantes pour la sécurité alimentaire

Figure 23 :
Principales contributions directes et indirectes de la biodiversité à la sécurité alimentaire.

Les informations relatives à ce schéma proviennent de plusieurs sources^{66-73,64,74-78}

Un régime planétaire sain qui épargne la biodiversité et sauve des vies

Une alimentation saine peut contribuer à préserver la biodiversité et à lutter contre les risques de maladies liées à l'alimentation, principale cause de mortalité prématurée dans le monde.

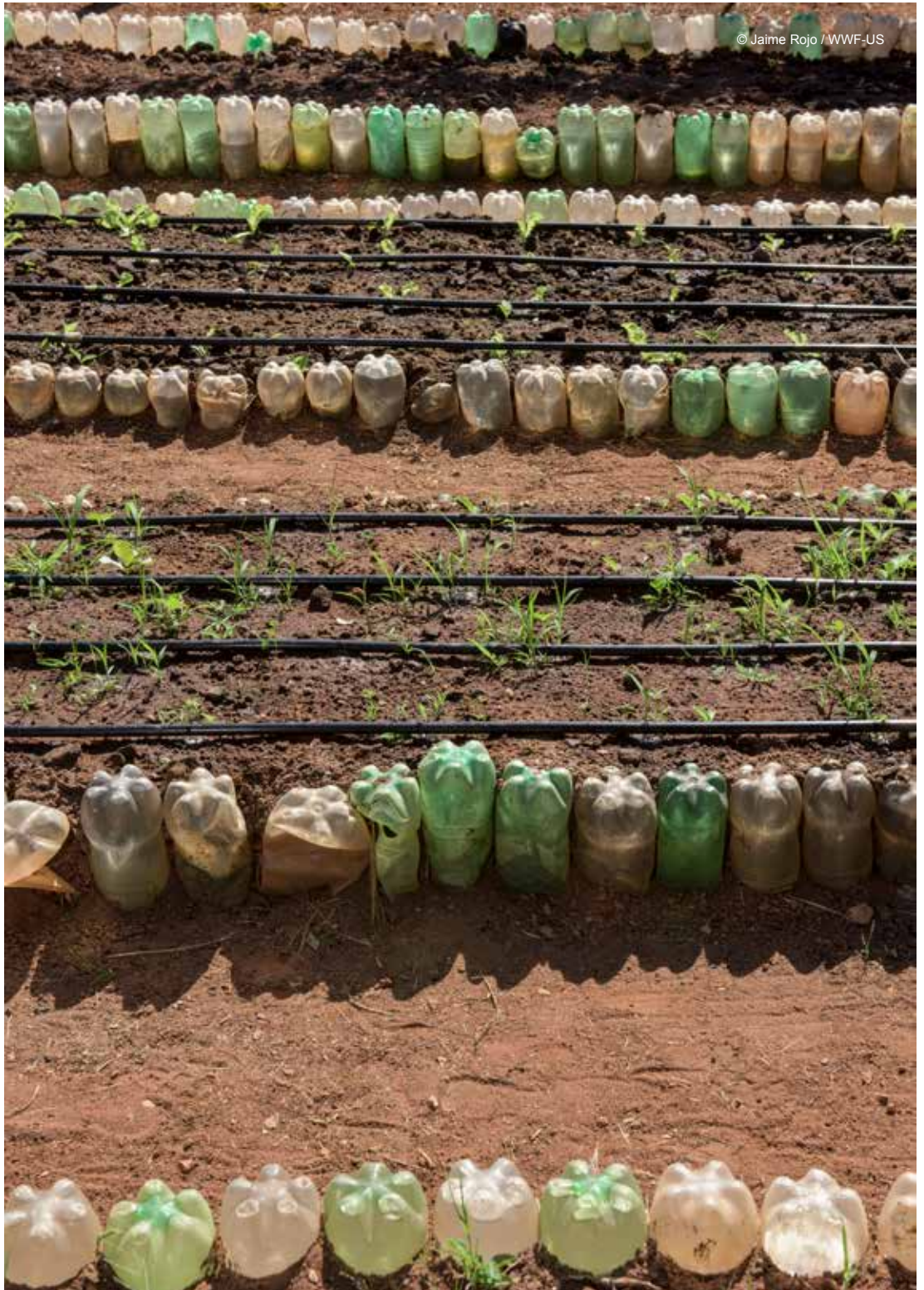
Fabrice DeClerck (EAT) La nature des aliments que nous produisons et consommons, la manière dont nous les produisons et à quel endroit, ainsi que la quantité perdue ou gaspillée, détermineront si nous pouvons fournir un régime alimentaire sain, dans les limites de l'environnement, à une population mondiale de 10 milliards de personnes d'ici 2050⁷⁹⁻⁸².

Pendant trop longtemps, on a opposé sécurité alimentaire et conservation, comme si la première prévalait sur la seconde. À l'ère de l'Anthropocène, cela commence enfin à changer, avec la prise de conscience que notre alimentation menace les sociétés, tant pour des raisons de santé que d'environnement. Le risque de maladies liées à notre façon de nous nourrir est le principal facteur de mortalité prématurée dans le monde, et la production alimentaire, le premier facteur de perte de biodiversité et de pollution de l'eau. Cette dernière est également responsable de 20 à 30 % des émissions de gaz à effet de serre.

De nombreux modèles suggèrent qu'on ne pourra atteindre la sécurité alimentaire, la sécurité nutritionnelle, la sécurité climatique, la sécurité environnementale et la sécurité des moyens de subsistance, qu'en mettant en place des solutions innovantes qui considèrent ces cinq thématiques aussi fondamentales les unes que les autres. Ce sont les 5 «et» de l'Anthropocène.

La surconsommation en général, et plus particulièrement la surconsommation de viande a des impacts importants sur la santé humaine. Le régime planétaire sain⁸² est un régime qui conserve une grande souplesse de choix parmi les principaux groupes d'aliments. Il fournit des orientations qui, si elles étaient suivies, permettraient de nourrir une population mondiale de 10 milliards d'habitants tout en arrêtant la conversion d'écosystèmes intacts, et de contribuer à réduire le décès prématuré de 11 millions de personnes chaque année⁷⁹⁻⁸¹. Il part du principe que toute personne, quelle que soit sa richesse, a droit à une alimentation suffisante (± 2 500 kcal par jour) et diversifiée, avec une proportion équilibrée d'aliments protecteurs, c'est-à-dire des aliments riches en vitamines et minéraux qui assurent l'immunité et protègent considérablement notre corps contre diverses maladies et infections. Il s'agit notamment des céréales complètes, des fruits, des noix, des légumes, des haricots et des légumineuses, ainsi que du poisson, des œufs, des produits laitiers et d'autres viandes d'origine animale, à consommer avec modération le cas échéant.

Photo : Les terrasses du jardin de la Municipal School PA Sapiquá sont construites avec des bouteilles en plastique réutilisées pour promouvoir une économie circulaire dans le cadre d'un projet de conservation de l'eau mis en œuvre par des ONG locales, au Brésil. Crédit : © Jaime Rojo / WWF-US



Retour en force de la pomme de terre : lutter contre la faim et le changement climatique

Les pommes de terre indigènes des Andes constituent une biodiversité riche qui pourrait contribuer à la sécurité alimentaire d'un monde de plus en plus peuplé et soumis au stress climatique. Il est essentiel de les préserver.

Ginya Truitt Nakata
(Centre international
de la pomme de terre)

Depuis que les premiers tubercules ont été importés d'Amérique du Sud en Europe au 16^e siècle, la pomme de terre s'est répandue dans le monde entier et est aujourd'hui la troisième culture la plus consommée au monde. Cependant, elle est très sensible aux maladies, comme l'a prouvé la Grande Famine en Irlande, et vulnérable aux conditions météorologiques extrêmes exacerbées par le changement climatique.

La région des Andes, berceau de la pomme de terre, est le creuset d'au moins 4 500 types de tubercules indigènes, dont plus de 100 espèces de pommes de terre sauvages. Les agriculteurs locaux cultivent et consomment diverses variétés de pommes de terre indigènes qui, ensemble, fournissent des niveaux relativement élevés de zinc, de fer, de potassium, de vitamine C et d'antioxydants, et sont essentielles à la santé des communautés indigènes.

Adaptable et très productive, la pomme de terre a sauvé des millions de personnes de la faim. Pourtant, une étude a estimé que des conditions climatiques extrêmes pourraient entraîner l'extinction de 13 espèces de pommes de terre sauvages d'ici 2055 — et nous savons que la perte d'une seule espèce pourrait être catastrophique. En 2007, une des nombreuses gelées inattendues a anéanti toute la récolte de pommes de terre dans la région de Huancavelica au Pérou, à l'exception de la yana. C'est la seule variété conservée localement par les villageois pour des épisodes de famine extrême.

L'agrobiodiversité de la pomme de terre des Andes reste essentielle pour renforcer la résilience des communautés agricoles et est utilisée par les scientifiques pour sélectionner des variétés de pommes de terre nutritives et résistantes aux maladies pour le monde entier. Le Centre international de la pomme de terre reconnaît la contribution fondamentale de la biodiversité à la santé humaine et planétaire, et travaille avec les agriculteurs andins au maintien de la diversité des pommes de terre. Une seule de ces variétés pourrait détenir la clé pour atténuer la prochaine crise alimentaire mondiale⁸³.

Photo : Une sélection de variétés de pommes de terre dans un marché à Huancayo, au Pérou.



LES RICHESSES HUMAINES DÉPENDENT DE LA SANTÉ DE LA NATURE

Nos économies sont ancrées dans la nature, et ce n'est qu'en reconnaissant et en agissant sur cette réalité que nous pouvons protéger et améliorer la biodiversité et notre prospérité économique.

Sir Partha Dasgupta
(examineur principal
de The Dasgupta Review
et professeur
à l'université de Cambridge)

L'épidémie de COVID-19 est un message que nous envoie la nature. C'est un SOS vis-à-vis des entreprises humaines, mettant en évidence la nécessité de vivre dans « l'espace sécurisé pour l'activité humaine » de la planète. Ne pas le faire peut avoir des conséquences environnementales, sanitaires et économiques désastreuses.

Inger Andersen
(Directeur exécutif,
Programme des Nations unies
pour l'environnement)

Aujourd'hui plus que jamais, les avancées technologiques nous permettent d'écouter ces messages et de mieux comprendre le monde naturel. Nous pouvons estimer la valeur du « capital naturel » — le stock de ressources naturelles renouvelables et non renouvelables de la planète, tels que les plantes, les sols et les minéraux— ainsi que les valeurs du capital productif et humain — par exemple, les routes et les compétences — qui forment ensemble une mesure de la richesse réelle d'un pays.

Les données du Programme des Nations unies pour l'environnement montrent que notre stock mondial de capital naturel, par personne, a diminué de près de 40 %, tandis que le capital productif a doublé et le capital humain a augmenté de 13 % depuis le début des années 1990⁸⁴.

Mais trop peu de nos décideurs économiques et financiers savent comment interpréter ce que cela veut dire ou, pire encore, ils choisissent de ne pas l'entendre. L'un des principaux problèmes est l'inadéquation entre la « grammaire économique » artificielle qui anime les politiques publiques et privées, et la « syntaxe de la nature » qui détermine le fonctionnement du monde réel.

La conséquence est que nous ne comprenons pas le message.

Au cours des dernières décennies, on nous a répété maintes et maintes fois que nous n'avions jamais été si bien lotis. Depuis le milieu du 20^e siècle, l'humanité a prospéré à un rythme sans

précédent. Aujourd'hui, l'individu moyen bénéficie d'un revenu bien plus élevé, est moins susceptible de se trouver dans la pauvreté absolue et vit beaucoup plus longtemps que ses ancêtres. Ce sont là des réalisations extraordinaires.

Mais ces succès sont allés de pair avec une profonde dégradation de la biosphère et une perte importante de la biodiversité. Cette contradiction extrême est insoutenable. Selon de simples estimations de notre impact total sur la nature, il faudrait 1,75 Terre pour maintenir le niveau de vie actuel du monde avec nos systèmes économiques actuels, alimentés par une production et une consommation non soutenables (voir chapitre 2).

Conséquence vraiment inquiétante de notre demande excessive : des écosystèmes critiques sont en train d'atteindre un point de non-retour. Les vagues de chaleur océanique ont déjà détruit la moitié des coraux en eau peu profonde de la Grande Barrière de corail en Australie. Comme l'a indiqué le GIEC en 2018, les scientifiques prévoient qu'une augmentation de la température mondiale de 2 °C entraînera l'éradication presque complète (une perte de 99 %) des récifs coralliens dans le monde⁸⁵. Cela aura des conséquences dévastatrices sur l'économie. Un grand nombre de personnes dépendent de la pêche dans les récifs coralliens pour travailler et se nourrir, en particulier dans les pays en voie de développement. Le tourisme et les loisirs liés aux récifs apportent des avantages économiques importants.

Entre-temps, les scientifiques ont également montré que la déforestation de nos forêts tropicales amenait ces dernières à se rapprocher dangereusement du point de non-retour, à savoir devenir des prairies. Cela pourrait avoir d'énormes conséquences sur le cycle de l'eau et provoquer des perturbations climatiques majeures.

Par conséquent, si le langage économique nous échappe, comment et où commencer à trouver de meilleures réponses ? Contrairement aux modèles classiques de croissance et de développement économiques, le fait de nous repositionner, ainsi que nos économies, au sein de la nature nous aide à accepter que notre prospérité est en fin de compte liée à celle de notre planète. Cette nouvelle grammaire est nécessaire quel que soit l'endroit, des salles de classe aux conseils d'administration, et des conseils municipaux aux départements des gouvernements nationaux. Elle a de profondes implications sur ce que nous entendons par croissance économique soutenable, en contribuant à orienter nos dirigeants vers la prise de meilleures décisions qui nous permettront, ainsi qu'aux générations futures, de mener une vie plus saine, plus verte et plus heureuse, ce que nous sommes de plus en plus nombreux à déclarer souhaiter.

L'importance de laisser la science guider les décisions est devenue d'autant plus évidente ces derniers mois. Bien qu'il nous reste beaucoup de choses à apprendre sur l'épidémiologie et les effets de la COVID-19, le lien entre la perte de biodiversité et l'émergence et la propagation des maladies infectieuses est bien établi. Alors que les discussions sur la reprise s'accroissent, les décisions économiques et financières doivent elles aussi être guidées par la science.

Désormais, la protection et l'amélioration de notre environnement doivent être au cœur de la manière dont nous atteindrons la prospérité économique.

The Dasgupta Review et l'économie de la biodiversité

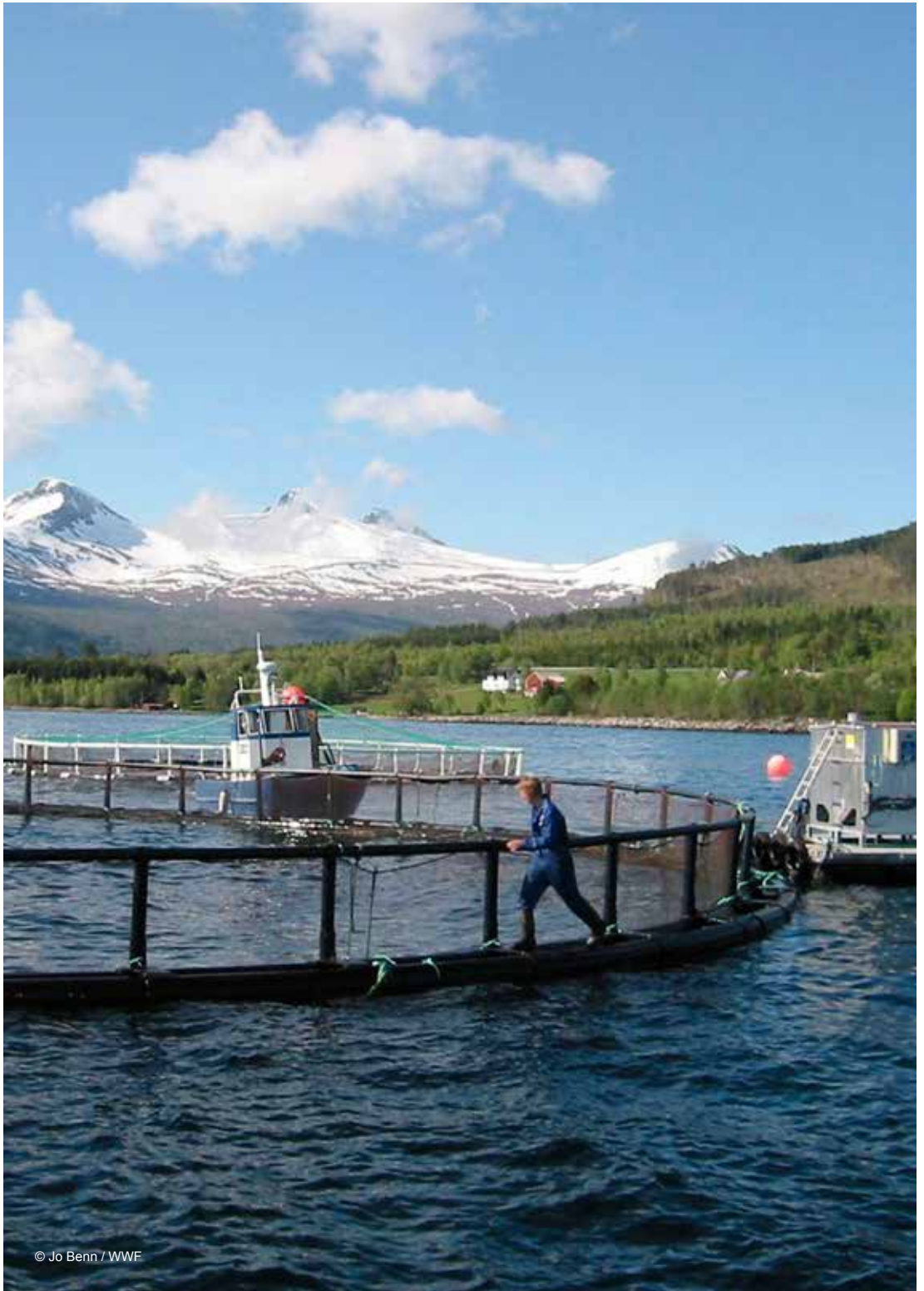
The Dasgupta Review explore la soutenabilité de nos engagements avec la nature : ce que nous lui prenons, comment nous transformons ce que nous lui prenons et lui rendons, pourquoi nous avons perturbé les processus de la nature et ce que nous devons faire différemment et de toute urgence pour améliorer notre richesse et notre bien-être collectifs et ceux de nos descendants.

Emily McKenzie,
Ant Parham,
Mark Anderson
et Haroon Mohamoud
(équipe du Dasgupta Review)

The Dasgupta Review est une étude mondiale indépendante sur l'économie de la biodiversité, commandée par le Trésor de Sa Majesté, ministère britannique chargé des finances publiques et de la politique économique, en 2019⁸⁶. Dans ce cadre, l'étude montre comment l'humanité, et nos économies, sont intégrées dans la nature, plutôt qu'en dehors, ce qui nous aide à reconnaître les limites que la nature impose à l'économie et, ce faisant, à remodeler notre conception de la croissance économique soutenable.

Un certain nombre de concepts économiques et scientifiques centraux sous-tendent le travail du Dasgupta Review, parmi lesquels la nécessité de reconnaître que la biodiversité est une caractéristique essentielle de la nature, qui joue un rôle important dans la fourniture des services écosystémiques sur lesquels reposent nos économies ; de considérer la nature comme un actif, au même titre que le capital productif et humain, et de reconnaître que nous ne parvenons pas à gérer efficacement nos actifs ; de comprendre que l'érosion de la nature est un problème de gestion des actifs ; d'évaluer comment la totalité de ce que nous demandons à la nature dépasse la capacité de cette dernière à fournir des biens et des services de manière soutenable ; et d'accepter que le fait de remédier au déséquilibre entre l'offre et la demande signifie que nous devons faire face à des questions difficiles, y compris sur ce que nous consommons et de quelle façon, sur la manière dont nous gérons nos déchets et sur le rôle que peuvent jouer la planification familiale et la santé reproductive.

Photo : Ferme de saumons, Villa Leppefisk, Vestnes, Norvège.



© Jo Benn / WWF

LA PERTE DE LA NATURE EST UN RISQUE MATÉRIEL POUR LE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE ET LE BIEN-ÊTRE HUMAIN

En 2020, le changement climatique, la perte de biodiversité, les phénomènes météorologiques extrêmes, les catastrophes naturelles et autres catastrophes environnementales d'origine humaine ont conduit le Forum économique mondial à mener une enquête annuelle sur les risques économiques et commerciaux. Pour la première fois, les cinq principaux risques sont tous d'ordre environnemental.

Dominic Waughray
et Akanksha Khatri
(Forum économique
mondial)

Chaque année, le Forum économique mondial présente un Paysage des risques mondiaux dans son Global Risks Report, basé sur les résultats d'une enquête sur la perception des risques mondiaux menée auprès d'environ 1 000 membres de la communauté multipartite du Forum. Pour la première fois en quinze ans d'existence, les cinq principaux risques qui ressortent de l'enquête sont tous d'ordre environnemental, ce qui indique une perception plus élevée que la moyenne de la probabilité et de l'impact de ces risques environnementaux sur l'économie mondiale et la société dans les dix prochaines années⁸⁷. La figure 24 sur la page suivante montre le paysage des risques mondiaux en 2019.

Les défis environnementaux les plus urgents identifiés sont les conditions météorologiques extrêmes, l'échec de l'action climatique, la perte de biodiversité, les catastrophes naturelles et autres catastrophes environnementales d'origine humaine.



Le résultat de l'enquête est un signal d'alarme qui nous rappelle qu'un environnement stable et une santé planétaire sont à la base de la civilisation humaine, de la prospérité et de la croissance, et qu'il existe des interconnexions évidentes entre eux. Au cours de l'année écoulée, les multiples catastrophes naturelles ont coûté des milliards de dollars à l'échelle mondiale, et il est désormais largement admis que les risques climatiques physiques ne sont pas correctement évalués dans le système économique mondial actuel. Par exemple, Munich Re, le plus grand réassureur au monde, a accusé le changement climatique d'être responsable des 24 milliards de dollars de pertes causées par les incendies de forêt en Californie⁸⁸. En 2019, une grave sécheresse en Australie a poussé les agriculteurs à vendre leurs matières premières et à fermer leurs exploitations, car ils ne pouvaient pas se permettre le prix de l'eau. En 2019-2020, le gouvernement australien a annoncé un plan de relance contre la sécheresse d'une valeur de plus de 500 millions de dollars australiens, avec un gouvernement régional offrant 170 millions de dollars australiens supplémentaires⁸⁹.

Toutes les activités économiques sont directement ou indirectement dépendantes de la nature. D'après le rapport Nature Risk Rising, plus de la moitié du PIB mondial — soit 44 000 milliards de dollars — dépend fortement ou modérément de la nature et de ses services. L'agriculture et l'approvisionnement alimentaire sont les domaines où l'érosion de la nature et de la biodiversité devient la plus critique. La prévalence de la production en monoculture en est un bon exemple : par exemple, 60 % des variétés de café du monde sont en danger d'extinction à cause du changement climatique, des maladies et de la déforestation⁹⁰. Si ces variétés venaient à disparaître, les marchés mondiaux du café — un secteur dont les ventes au détail s'élevaient à 83 milliards de dollars américains en 2017 — seraient considérablement déstabilisés, ce qui affecterait les moyens de subsistance de nombreux petits exploitants agricoles⁹¹.

La lutte contre les risques naturels interconnectés pour assurer la résilience de l'économie et de la société nécessitera la collaboration de plusieurs parties prenantes, car aucun groupe ne peut à lui seul résoudre ce problème systémique. Dans un monde post-COVID-19, l'urgence du défi auquel nous sommes confrontés aujourd'hui offre également une occasion unique de réinitialiser notre relation à la nature afin de garantir une économie favorable à cette dernière.

Un paysage
de terres sèches
et craquelées,
Maranhão, Brésil.



LES 5 PRINCIPAUX RISQUES MONDIAUX EN TERMES DE PROBABILITÉ

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1er	Effondrement du prix des actifs	Tempêtes et cyclones	Disparité des revenus	Disparité des revenus	Disparité des revenus	Conflit interétatique
2ème	Ralentissement économique en Chine	Inondations	Déséquilibres fiscaux	Déséquilibres fiscaux	Conditions météorologiques extrêmes	Conditions météorologiques extrêmes
3ème	Maladies chroniques	Corruption	Émissions de gaz à effet de serre	Émissions de gaz à effet de serre	Chômage	Échec de la gouvernance nationale
4ème	Crises fiscales	Perte de biodiversité	Cyberattaques	Crises de l'eau	Échec de l'action climatique	Effondrement ou crise des États
5ème	Lacunes de la gouvernance mondiale	Changement climatique	Crises de l'eau	Vieillesse de la population	Cyberattaques	Chômage

LES 5 PRINCIPAUX RISQUES MONDIAUX EN TERMES D'IMPACT

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1er	Effondrement du prix des actifs	Crises fiscales	Défaillance financière	Défaillance financière	Crises fiscales	Crises de l'eau
2ème	Démondialisation (développée)	Changement climatique	Crises de l'eau	Crises de l'eau	Échec de l'action climatique	Maladies infectieuses
3ème	Flambée du prix du pétrole	Conflit géopolitique	Crises alimentaires	Déséquilibres fiscaux	Crises de l'eau	Armes de destruction massive
4ème	Maladies chroniques	Effondrement du prix des actifs	Déséquilibres fiscaux	Armes de destruction massive	Chômage	Conflit interétatique
5ème	Crises fiscales	Volatilité des prix de l'énergie	Volatilité des prix de l'énergie	Échec de l'action climatique	Défaillance des infrastructures	Échec de l'action climatique

On définit un « risque mondial » comme un événement ou une situation incertaine qui, s'il se produit, peut avoir un impact négatif important sur plusieurs pays ou industries au cours des dix années à venir

Remarque : Les risques mondiaux peuvent ne pas être strictement comparables d'une année à l'autre, car les définitions et l'ensemble des risques mondiaux évoluent avec l'apparition de nouveaux problèmes sur une période de dix ans. Par exemple, les cyberattaques, la disparité des revenus et

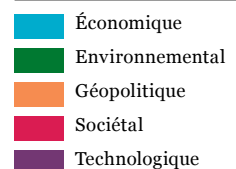
le chômage sont entrés dans l'ensemble des risques mondiaux en 2012. Certains risques mondiaux ont été reclassés : les crises de l'eau et la disparité des revenus sont entrées dans la catégorie Risques sociétaux dans les Global Risks Reports de 2015 et 2014, respectivement^{93,94}.



Figure 24 : L'évolution du paysage des risques, Les cinq principaux risques mondiaux perçus en termes de probabilité et d'impact, selon le Forum économique mondial (2020)

L'enquête sur la perception des risques mondiaux (GRPS) est la source de données originales sur les risques du Forum économique mondial, elle exploite l'expertise du vaste réseau du Forum composé d'entreprises, de gouvernements, de la société civile et de leaders d'opinion. Pour chacun des 30 risques mondiaux, les répondants ont été invités à évaluer : (1) la probabilité que chaque risque mondial se produise au cours des 10 prochaines années, et (2) la gravité de son impact à l'échelle mondiale le cas échéant, sur une échelle de 1 à 5 à chaque fois. Cette figure est adaptée du Forum économique mondial (2020)⁹² et les définitions complètes de chaque risque se trouvent en annexe du rapport. Source - Forum économique mondial, (2020)⁹².

Légende



Les banques de semences, un filet de sécurité et « d'assurance santé »

Les banques de semences du monde entier détiennent environ 7 millions d'échantillons de cultures, contribuant ainsi à préserver la biodiversité et la sécurité alimentaire mondiale.

Luigi Guarino
(Crop Trust)

Au cours des dernières décennies, des centaines de banques de semences locales, nationales, régionales et internationales ont été créées, complétant la conservation de plantes dans des fermes et *in situ*, une pratique comparable à la conservation des espèces animales au sein de certains zoos⁶⁷. Au cœur de ces installations se trouvent des entrepôts frigorifiques contenant un total mondial d'environ 7 millions d'échantillons de graines de plantes cultivées, y compris de plantes fourragères, et d'espèces sauvages apparentées. Peut-être la plus connue, la réserve mondiale de semences du Svalbard (Svalbard Global Seed Vault) en Norvège, offre une sécurité supplémentaire lorsque les autres banques de semences rencontrent des difficultés. Pour les espèces qui ne produisent pas de graines ou dont ces dernières ne peuvent être conservées à basse température, la conservation se fait au moyen de plantes vivantes sur le terrain ou de culture de tissus en laboratoire. Les banques de graines sont utilisées par les chercheurs et les sélectionneurs de plantes pour développer des variétés cultivables améliorées ou nouvelles. Elles ont également fourni aux agriculteurs des variétés qu'ils avaient perdues. Le Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture définit les règles d'accès à la diversité des cultures dans les banques de semences et de partage des bénéfices. La cible 2.5 des Objectifs de développement durable des Nations unies fait explicitement le lien entre le travail des banques de semences et la sécurité alimentaire mondiale.

Photo : Vue de la Réserve mondiale de semences du Svalbard, archipel du Svalbard, Norvège.





© Svalbard Global Seed Vault / Riccardo Gangale

UN CHANGEMENT DE PARADIGME DANS NOTRE MANIÈRE D'ÉVALUER LA NATURE

Les gens valorisent la nature de différentes manières, les mettre en commun pourrait nous aider à façonner des politiques de conservation pour bâtir une planète saine et résiliente pour les humains et la nature.

Berta Martin-Lopez
(Université Leuphana,
Lunebourg)
et Sandra Díaz
(Université nationale
de Córdoba, Argentine
et coprésidente
de l'évaluation
mondiale de l'IPBES)

Lorsque nous évoquons les Contributions de la Nature aux Populations, nous faisons référence à tout ce que la nature apporte, de positif et de négatif, à notre qualité de vie¹. S'appuyant sur le concept de service écosystémique popularisé par l'Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire⁹⁵, le concept de Contributions de la Nature aux Populations englobe un large éventail de descriptions qui illustrent la dépendance de l'homme vis-à-vis de la nature, telles que les biens et services des écosystèmes et les dons de la nature. Il reconnaît le rôle central que joue la culture dans la définition de tous les liens qui unissent l'homme et la nature. Il met également en valeur, souligne et rend opérationnel le rôle des connaissances indigènes et locales^{1,100}.

Jusqu'à récemment, la conceptualisation des services écosystémiques et les travaux pratiques associés se sont concentrés sur l'évaluation et la valorisation de ces flux de services avec des approches biophysiques et économiques provenant respectivement des sciences naturelles et de l'économie. Cette approche a largement échoué à intégrer un éventail de perspectives issues des sciences sociales, des sciences humaines⁹⁶ ou de celles des acteurs locaux, parmi lesquels les populations autochtones et les communautés locales¹.

L'approche des Contributions de la Nature aux Populations reconnaît explicitement l'existence d'une multitude de points de vue sur la nature. D'un côté, les humains et la nature sont considérés comme distincts ; de l'autre, les humains et les entités non humaines sont imbriqués dans des relations profondes de parenté et d'obligations réciproques^{97,98}. Cette approche utilise deux points de vue pour évaluer les relations entre les gens et la nature : une perspective généralisante ou au contraire dépendante du contexte.

La perspective généralisante est typique des sciences naturelles et de l'économie et a un but fondamentalement analytique ; il cherche à établir un ensemble de catégories universellement applicables qui définissent les flux de la nature vers les personnes. L'IPBES a identifié et évalué 18 de ces catégories et les a organisées en trois groupes qui se rejoignent partiellement : contributions régulatrices, matérielles et immatérielles^{1,13}. Elles sont définies en fonction du type de contribution qu'elles apportent à la qualité de vie des personnes.

- **Les contributions matérielles** sont des substances, objets ou autres éléments matériels provenant de la nature qui soutiennent directement l'existence physique et les biens matériels des personnes. Par exemple, lorsque des organismes sont transformés en nourriture, en énergie ou en matériaux à des fins ornementales.
- **Les contributions immatérielles** sont les effets de la nature sur les aspects subjectifs ou psychologiques qui sous-tendent la qualité de vie des personnes, tant individuellement que collectivement. Par exemple, les forêts et les récifs coralliens offrent des possibilités de loisirs et d'inspiration, ou encore certains animaux et plantes sont à la base d'expériences spirituelles ou de cohésion sociale.
- **Les contributions régulatrices** affectent souvent la qualité de vie de manière indirecte. Il s'agit des aspects fonctionnels et structurels des organismes et des écosystèmes qui modifient les conditions environnementales vécues par les personnes, et/ou régulent la production de contributions matérielles et immatérielles. Par exemple, les gens profitent directement des plantes utiles ou belles, mais ne profitent qu'indirectement des organismes du sol essentiels à l'apport de nutriments à ces plantes.

La culture est transversale à ces trois groupes au lieu d'être cantonnée à une seule catégorie.

La perspective dépendante du contexte est la perspective typique, mais non exclusive, des systèmes de connaissance locaux et indigènes. En tenant compte des points de vue dépendant du contexte, on reconnaît qu'il existe de multiples façons de comprendre et de catégoriser les relations entre l'homme et la nature.

Bien que présentés comme opposés, ces deux points de vue sont souvent mélangés et imbriqués. Reconnaître ces deux approches permet donc de mieux comprendre comment la biodiversité contribue à la qualité de vie des personnes, et met en lumière des solutions pour la gestion soutenable de la nature et les nombreuses contributions qu'elle apporte à nos vies^{99,100}.

Une autre façon d’imaginer notre avenir avec la nature

Placer la nature au centre de l’élaboration de scénarios mondiaux sur la biodiversité, c’est reconnaître le rôle fondamental qu’elle joue dans le bien-être de l’homme et cela peut contribuer à inspirer des changements transformateurs.

Carolyn Lundquist
(Institut national de recherche
sur l’eau et l’atmosphère,
Nouvelle-Zélande,
et université d’Auckland),
Henrique Pereira (Université
Martin Luther
et German Centre
for Integrative Biodiversity
Research - iDiv), HyeJin Kim
(université Martin Luther
et Centre allemand pour
la recherche intégrée
sur la biodiversité - iDiv)
et Isabel Rosa
(université de Bangor)

Nos valeurs, en tant qu’êtres humains, influencent les choix que nous faisons et sous-tendent le développement d’une nouvelle approche des scénarios environnementaux, catalysée par le Groupe de travail de l’IPBES sur les scénarios et les modèles. Le Nature Futures Framework s’appuie sur les différentes façons dont les gens font l’expérience de la nature et lui donnent de la valeur^{101,102} : « *La nature pour la nature* », où les gens apprécient la nature pour ses valeurs intrinsèques et d’existence ; « *La nature pour la société* », qui considère la nature comme fournisseur d’avantages directs et indirects à la société ; et « *La nature en tant que culture* », où les gens et la nature sont liés et où domine le sentiment d’identité dérivé des paysages culturels et des valeurs relationnelles¹⁰³. Ces relations homme-nature sont utilisées pour développer des scénarios qui explorent différentes voies de développement socio-économique, où une ou plusieurs de ces perspectives dominent, en identifiant les compromis et les co-avantages potentiels apportés par ces dernières. Le Nature Futures Framework est conçu pour s’adapter à la diversité des contextes sociétaux, culturels, politiques et de gouvernance locaux et régionaux¹⁰⁴, en ajoutant de nouvelles perspectives à la diversité des valeurs humaines, aux relations avec la nature et à la manière dont celles-ci peuvent motiver la société à agir pour renverser la courbe de la perte de biodiversité¹⁰⁵.

Photo : Gros plan d’un caméléon nain malgache (*Brookesia micra*), le plus petit caméléon du monde, endémique de l’archipel de Nosy Hara à Madagascar.



© Nick Riley / WWF-Madagascar



CHAPITRE 4

PROJETONS UNE FEUILLE DE ROUTE POUR LA NATURE ET L'HOMME

Notre imagination façonne les nouveaux mondes dans lesquels nous pourrions vivre. Aujourd'hui, les avancées remarquables de la puissance de calcul et de l'intelligence artificielle nous permettent, grâce à des techniques toujours plus sophistiquées, d'envisager un éventail complexe de futurs possibles en nous demandant non pas « quoi », mais « et si ? ». Ces modèles nous disent la même chose : nous avons encore la possibilité d'aplatir et même d'inverser l'érosion de la nature si nous prenons des mesures de conservation urgentes et sans précédent et si nous modifions notre façon de produire et de consommer la nourriture.

Photo : Des enfants jouent dans l'eau sur la plage de Pasir Panjang, Kei Kecil, îles Maluku, Indonésie. Crédit : © James Morgan / WWF-US



© James Morgan / WWF-US

CHOIX OU CHANCE : LE COMPTE À REBOURS VERS L'AVENIR

L'année 2020 entrera-t-elle dans l'histoire comme celle où la COVID-19 a servi de catalyseur pour modifier complètement notre future relation avec la nature ? De nouvelles techniques de modélisation de pointe montrent qu'avec une action urgente, il est encore possible d'arrêter l'érosion et d'inverser la tendance au déclin de la nature.

Michael Obersteiner
(The Environmental
Change Institute,
université d'Oxford
et IIASA)

Notre imagination façonne les nouveaux mondes dans lesquels nous pourrions vivre. Construire des jumelles numériques de notre planète vivante nous permet de mieux imaginer de nombreux états futurs possibles de la vie sur la planète Terre. Ces jumelles *in-silico* de la Terre sont créées par le biais de modèles informatiques du système terrestre et de sa biodiversité. Chaque jour, nous avons recours à la modélisation pour prédire la météo, planifier la circulation, savoir où construire les écoles en prévoyant les zones de croissance démographique, et, en matière de conservation, pour comprendre la manière la plus efficace possible d'obtenir une meilleure biodiversité, et ce à moindre coût. Aujourd'hui, les avancées remarquables de la puissance de calcul et de l'intelligence artificielle nous permettent, grâce à des techniques toujours plus sophistiquées, d'envisager un éventail complexe de futurs possibles en nous demandant non pas « quoi », mais « et si ? ».

Il n'est pas de meilleur exemple que la COVID-19, qui a propulsé la modélisation au premier plan de notre vie quotidienne. Dans le cadre d'une expérience mondiale en temps réel, des mathématiciens et des épidémiologistes ont utilisé un logiciel spécialisé et un code de programmation complexe pour crypter ce qu'ils savaient du virus, puis ont eu recours à des simulations pour tester différentes stratégies de contrôle, comme la distanciation sociale et le confinement, et les ont comparées aux résultats attendus si rien n'était fait. Sur la base de cette modélisation, les responsables politiques ont pris des décisions difficiles sur les mesures à adopter, sources de compromis entre la santé publique et les conséquences économiques.

Ce rapport Planète Vivante — comme d'autres avant lui, ainsi qu'un nombre impressionnant d'autres publications scientifiques — pose un diagnostic sombre sur notre monde naturel et, par conséquent, sur l'entreprise humaine. Depuis plus de trente ans, soit depuis le rapport de la Commission Brundtland intitulé *Notre avenir à tous*, publié en 1987, les scientifiques, les écologistes et bien d'autres ont appelé à des changements radicaux dans notre façon de produire, de consommer et de protéger notre monde. La puissance de calcul actuelle a été utilisée pour développer une démonstration de faisabilité à cette fin : inverser la courbe de la perte de biodiversité.

Cet effort pionnier a débuté en 2018, lorsque le WWF a entamé une collaboration avec un consortium de près de 50 partenaires pour lancer l'initiative *Bending the Curve* (Inverser la courbe de la perte de biodiversité). Pour la première fois, de multiples modèles ont été intégrés pour nous aider à comprendre comment inverser l'érosion de la nature, sauver des millions d'espèces de l'extinction et protéger les humains contre un avenir risqué. Et tous les modèles nous disent la même chose : nous avons encore la possibilité d'aplatir et même d'inverser l'érosion de la nature si nous prenons des mesures de conservation urgentes et sans précédent, et si nous modifions notre façon de produire et de consommer la nourriture.

Pourtant, une question importante demeure. Il ne s'agit pas de se demander « Quel genre de monde voulons-nous à l'avenir ? » La réponse semble évidente : un monde dans lequel l'humanité non seulement survit, mais prospère, ce qui suppose une planète où la nature survit et prospère, elle aussi.

ET SI ? DES SCÉNARIOS EXPLORANT DIVERSES FAÇONS D'INVERSER LA COURBE DE LA PERTE DE BIODIVERSITÉ

La modélisation pionnière a fourni la première « démonstration de faisabilité » que nous pouvons enrayer et inverser la courbe de la perte de biodiversité terrestre due au changement d'utilisation des terres. En mettant l'accent, comme jamais auparavant, à la fois sur la conservation de la nature et la transformation de notre système alimentaire moderne, nous pourrions élaborer une feuille de route pour restaurer la biodiversité tout en nourrissant une population humaine croissante.

David Leclère (IIASA)

Nous savons que nous modifions et détruisons la nature à un rythme sans précédent dans l'histoire, en grande partie en convertissant des habitats naturels pour l'agriculture et la foresterie. Si de nombreux efforts de conservation ont été couronnés de succès au niveau local, ils n'ont pas réussi à arrêter cette tendance mondiale : la demande de terres pour l'alimentation humaine et animale et la fourniture d'énergie augmente, et a déjà un impact sur les services écosystémiques dont nous dépendons.

Certains groupes de conservation ont proposé des objectifs ambitieux pour sauver la nature, comme la conservation de la moitié de la Terre. Toutefois, rien ne prouve que ces objectifs puissent être atteints, et ils impliqueraient inévitablement des compromis — par exemple, en ce qui concerne la satisfaction des besoins fondamentaux des personnes, tels que la nourriture⁴⁵ et les moyens de subsistance⁴⁶, ainsi que la lutte contre le changement climatique pour maintenir le réchauffement en dessous de l'objectif de 1,5 °C.

L'initiative Bending the Curve⁴⁷ s'est appuyée sur plusieurs modèles et scénarios de pointe pour déterminer si nous pouvons inverser la courbe du déclin de la biodiversité terrestre — et si oui, comment. Sur la base de travaux pionniers qui ont modélisé les voies à suivre pour atteindre les objectifs de soutenabilité⁴⁸ et grâce aux efforts récemment déployés par la communauté scientifique pour le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et

la plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques⁴⁹⁻⁵¹, sept scénarios de futurs différents « que se passerait-il si ? » ont été élaborés.

Le scénario de référence est basé sur le scénario « intermédiaire » du GIEC (SSP2 dans Fricko, O. et coll. (2017)⁵²), qui propose le postulat d'un statu quo, avec des efforts limités en matière de conservation et de production et consommation soutenables. Selon ce modèle, la population humaine atteint un pic de 9,4 milliards d'habitants en 2070, la croissance économique est modérée et inégale, et la mondialisation se poursuit. En plus du scénario de référence, six scénarios supplémentaires ont été élaborés pour explorer les effets potentiels de différentes actions.

Tout comme pour la modélisation du changement climatique, ou même de la COVID-19, les interventions visant à déterminer les futures voies possibles ont été divisées en « unités » d'action. Il s'agit notamment de mesures visant à la fois à améliorer la conservation et à réduire l'impact de notre système alimentaire mondial sur la biodiversité terrestre, tant en termes de production que de consommation.

Trois des scénarios illustrent des types distincts d'interventions visant à infléchir la courbe :

1. Le scénario d'intensification des efforts de conservation (C) prévoit une augmentation de l'étendue et une amélioration de la gestion des zones protégées, ainsi qu'une planification accrue de la restauration et de la conservation à l'échelle du paysage. Cela suppose une extension des zones protégées en 2020 à toutes les zones actuellement couvertes par la Base de données mondiale sur les aires protégées, la Base de données mondiale des zones clés pour la biodiversité et les zones de nature sauvage. Ces zones sont supposées être gérées efficacement afin qu'aucun changement d'utilisation des terres préjudiciable à la biodiversité ne soit autorisé. En outre, dans toutes les zones gérées pour des activités de production, des incitations financières encourageant à la fois la restauration et la gestion de l'utilisation des terres pour de meilleurs résultats en matière de biodiversité sont mises en œuvre à partir de 2020, en commençant par de faibles incitations, renforcées vers le milieu du siècle.
2. Le scénario d'une production plus soutenable (efforts tournés vers l'offre ou SS) mise sur l'augmentation de la soutenabilité en fréquence et en intensité, à la fois sur la productivité agricole et le commerce des biens agricoles. Cela suppose que le rendement des cultures domestiques et la productivité des activités d'élevage augmentent légèrement plus que dans le scénario de référence à l'échelle mondiale, les rendements des cultures augmentant plus rapidement dans les pays en voie de développement de sorte qu'ils convergent vers le niveau observé dans les pays développés à rendement plus élevé. Le commerce des produits agricoles est facilité dans le monde entier, dans l'hypothèse d'une économie plus mondialisée et d'une réduction des barrières commerciales. Pour ces deux aspects, les hypothèses suivent celles du scénario de « soutenabilité » du GIEC (SSP1, van Vuuren, D.P. et coll. (2017)⁵³, au lieu de SSP2).

Le scénario de consommation plus soutenable (efforts tournés vers la demande ou DS) réduit le gaspillage des produits agricoles de la fourche à la fourchette et inclut un changement de régime alimentaire avec une baisse de la consommation de protéines animales dans les pays où la consommation de viande est importante. Il part de l'hypothèse que les pertes totales tout au long de la chaîne d'approvisionnement alimentaire (pertes au moment de la récolte, de la transformation, de la distribution et de la consommation finale par les ménages) diminueront de manière linéaire entre 2020 et 2050, pour aboutir à une réduction de 50 % des pertes d'ici 2050. Les préférences alimentaires évoluent linéairement vers une consommation de viande réduite de 50 % d'ici 2050 par rapport au scénario de référence (les calories animales sont remplacées par des calories végétales), sauf dans les régions où la part de la viande dans les régimes alimentaires actuels est faible, comme le Moyen-Orient, l'Afrique subsaharienne, l'Inde, l'Asie du Sud-Est et les autres îles du Pacifique, où les préférences alimentaires en faveur de la viande suivent le scénario de référence.

Les trois autres scénarios modélisent différentes combinaisons de ces efforts accrus :

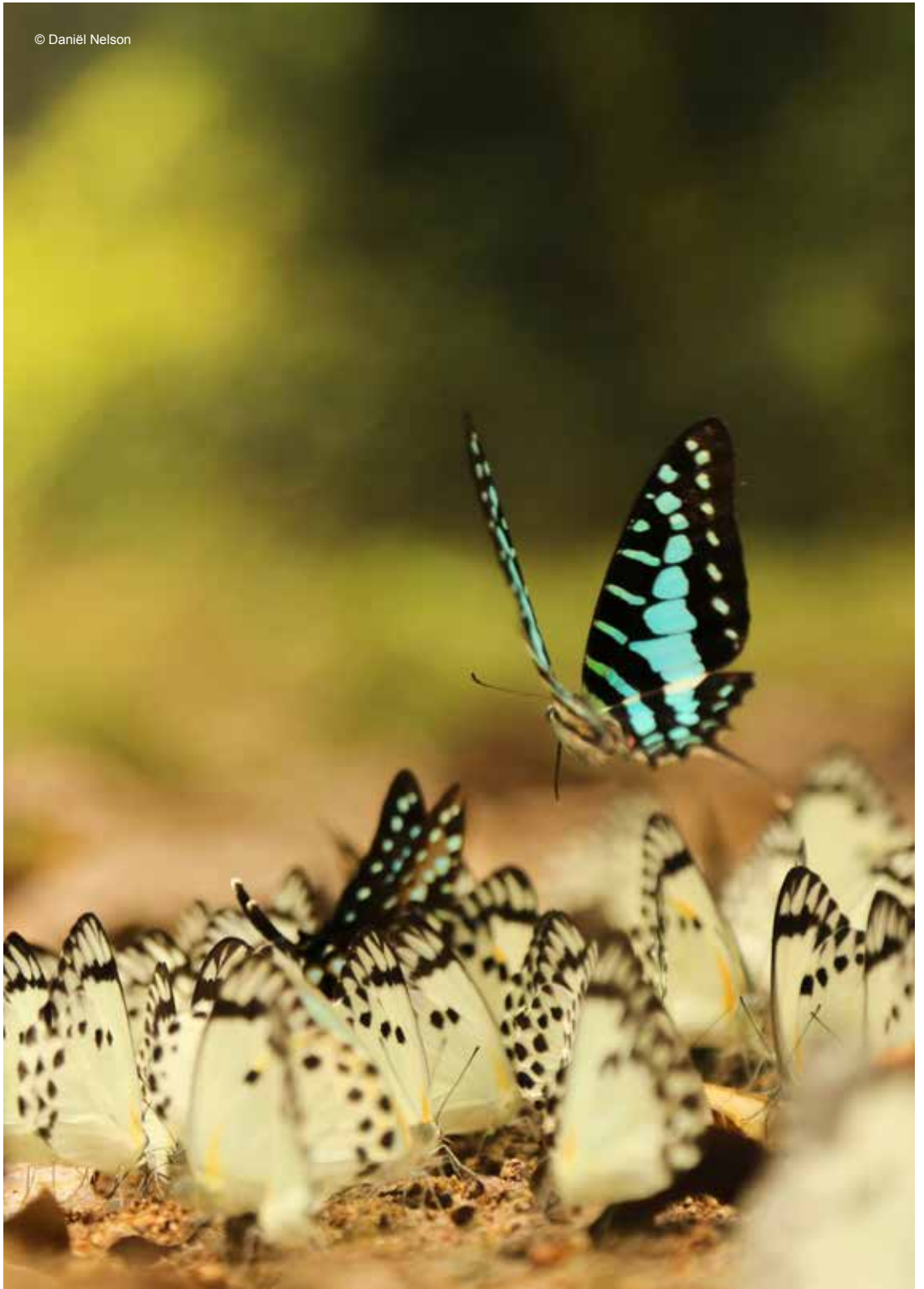
Le quatrième porte sur la **conservation et la production soutenable** (scénario C+SS).

Le cinquième envisage la **combinaison d'une conservation et d'une consommation soutenable** (C+DS).

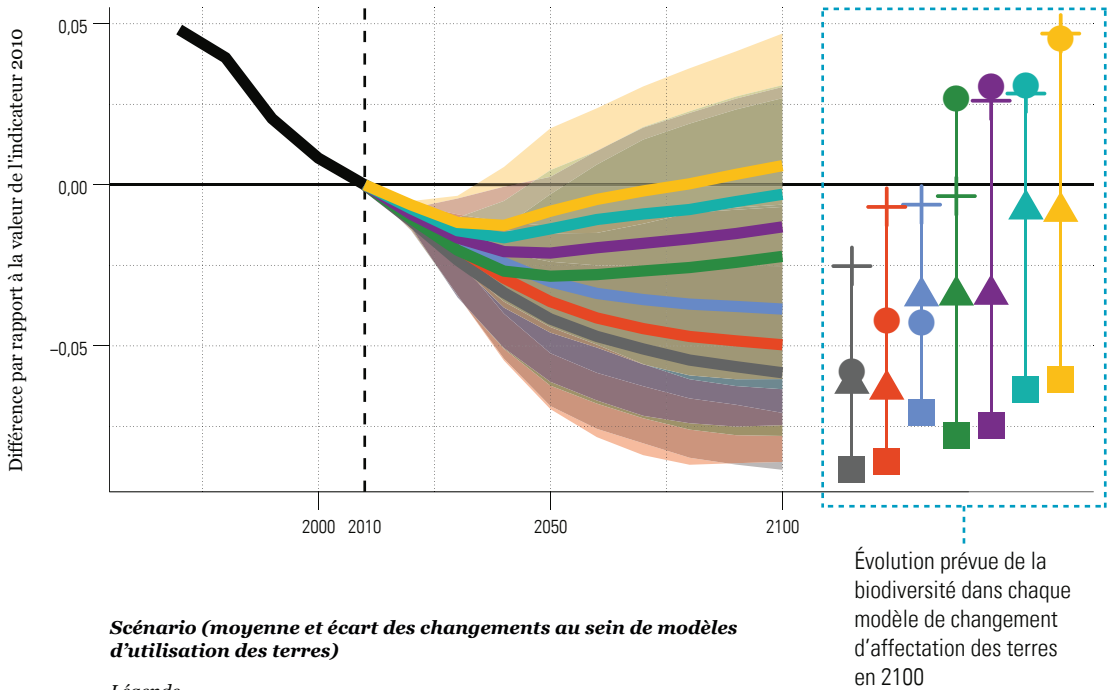
Le sixième scénario explore les possibilités d'**interventions dans les trois secteurs à la fois**. C'est ce qu'on appelle le « **portefeuille d'actions intégrées** » d'interventions, ou scénario PAI.

Quatre modèles d'utilisation des terres⁵⁴ ont traduit chaque scénario en cartes futures de la part des terres occupées par 12 utilisations différentes, des zones bâties aux forêts primaires, sur une grille d'une résolution d'environ 50 km, tous les dix ans tout au long du 21^e siècle. Des modèles de biodiversité ont traduit ces cartes d'utilisation des terres en conséquences sur la biodiversité mondiale et régionale. L'utilisation de huit modèles a permis de saisir non seulement les incertitudes, mais aussi cinq facettes de la biodiversité : l'étendue des habitats appropriés, l'abondance de la faune, l'intégrité de la composition des communautés écologiques et les extinctions régionales et mondiales d'espèces.

Des papillons dans une clairière du parc national de Messok-Dja, en République du Congo.



Inverser la courbe



Scénario (moyenne et écart des changements au sein de modèles d'utilisation des terres)

Légende

- | | |
|--------------------------------|---|
| — Historique | — Dont. efforts de conservation |
| — Base de référence (BASE) | — Dont efforts de conservation & de production (C+EP) |
| — Efforts de production (EP) | — Dont efforts de conservation & de consommation (C+EC) |
| — Efforts de consommation (EC) | — Portefeuille d'actions intégrées (PAI) |

Valeurs de 2100 pour le changement d'utilisation des terres au niveau individuel

- | | | | |
|-------|-----------|---------|----------|
| ● AIM | ▲ GLOBIOM | ■ IMAGE | ✚ MAgPIE |
|-------|-----------|---------|----------|

Figure 25 :
Prévision des contributions de divers efforts visant à inverser la courbe du déclin de la biodiversité dû au changement d'utilisation des terres.

Source : Leclère, D. et coll. (2020)⁴⁷. Cette illustration montre, au travers d'un indicateur de biodiversité, comment des actions futures visant à inverser la courbe du déclin de la biodiversité donneront des résultats variables selon les sept scénarios indiqués par des couleurs différentes. La ligne et la zone ombrée de chaque scénario représentent la moyenne et l'écart des changements anticipés pour quatre modèles d'utilisation des terres (par rapport à 2010). Ce graphique montre la réponse attendue de l'un des indicateurs de biodiversité – l'abondance moyenne des espèces, ou MSA – en utilisant l'un des modèles de biodiversité (GLOBIO – plus de détails sur tous les indicateurs et modèles de biodiversité sont disponibles dans le supplément technique). Les tendances de la biodiversité diffèrent selon les indicateurs. La figure 27 donne un aperçu des principaux résultats prévus pour chaque combinaison de scénarios.

Les lignes épaisses colorées du graphique montrent l'évolution de la biodiversité selon chaque scénario. Étant donné que quatre modèles d'utilisation des terres ont été utilisés, une valeur moyenne pour chacun d'entre eux est indiquée.

La ligne grise indique que dans le scénario de référence du « *statu quo* », la biodiversité mondiale continue à décliner durant tout le 21^e siècle, à une vitesse similaire à celle des dernières décennies, et ce jusqu'en 2050.

Interventions distinctes :

- La ligne rouge montre l'effet de la seule mise en place de mesures de production soutenable.
- La ligne bleue montre l'effet de la seule mise en place d'interventions en matière de consommation soutenable.
- La ligne verte montre l'effet de la seule mise en place de mesures de conservation plus ambitieuses.

Les interventions intégrées combinent ces trois éléments de différentes manières :

- La ligne violette montre comment la biodiversité devrait réagir si des mesures de conservation accrues sont combinées à des efforts de production plus soutenables.
- La ligne bleu clair montre comment la biodiversité devrait réagir si des mesures de conservation accrues sont combinées à des efforts de consommation plus soutenables.
- La ligne jaune montre comment la biodiversité devrait réagir dans le cadre d'un « portefeuille d'actions intégrées » qui combine les trois interventions distinctes, à savoir des mesures de conservation accrues et des efforts de production et de consommation plus soutenables.

La conservation est essentielle, mais pas suffisante, nous devons également transformer les modes de production et de consommation alimentaires

Cette recherche montre que des efforts de conservation plus audacieux sont essentiels pour inverser la courbe. Plus que tout autre type d'action, il a été constaté qu'une conservation accrue permettait de limiter les pertes de biodiversité à l'avenir et de placer l'évolution mondiale de la biodiversité sur la voie du rétablissement. Pourtant, mis en œuvre seuls, ces efforts pourraient entraîner une hausse des prix des produits agricoles, augmentant ainsi les risques de famine (figure 27). Les résultats montrent que ce compromis pourrait être fortement réduit par des actions supplémentaires liées à la production et à la consommation soutenables, telles que la réduction des écarts de rendement, la réduction des déchets ou la promotion de régimes alimentaires plus sains et plus soutenables (ces compromis sont examinés plus en détail au chapitre 4). Les pertes futures de biodiversité seraient également largement réduites si ces mesures supplémentaires étaient suivies, plutôt qu'en augmentant uniquement les efforts de conservation, et le rétablissement commencerait plus tôt (voir la figure 26 pour plus d'informations).

Ces résultats montrent clairement que seule une approche intégrée, combinant une conservation ambitieuse avec des mesures ciblant les moteurs de la conversion des habitats — telles que des interventions en matière de production ou de consommation soutenables, ou de préférence les deux — réussira à inverser la courbe de la perte de biodiversité. C'est seulement dans le cadre de ces scénarios que la courbe de la biodiversité résultant de la conversion des habitats pourrait encore être inversée d'ici 2030, tout en évitant une augmentation des prix des denrées alimentaires. Ces points sont examinés en détail à la figure 27.

Inverser la courbe pour l'homme et la nature

L'étude a également examiné le concept de « perte maximale » de la biodiversité. La perte maximale est faite de deux composantes : le moment où la reprise s'amorce et la quantité perdue avant cette date. La date de la perte maximale est l'année où un indicateur de biodiversité — comme l'Indice Planète Vivante — atteint son minimum, avant de « remonter la pente ». Cette date, combinée au rythme de la perte de biodiversité, détermine l'ampleur globale de la perte maximale pour chaque scénario. En réalité, certaines de ces pertes pourraient être irréversibles. En effet, une fois qu'une espèce animale ou végétale a disparu, elle ne peut plus revenir.

Il est donc essentiel de réduire au minimum les futures pertes maximales.

La figure 26 illustre quand et dans quelle mesure la perte maximale se produit dans chaque scénario. Des mesures de conservation audacieuses — en vert — constituent le scénario d'« action unique » le plus efficace. Toutefois, rien ne garantit qu'elles inverseront la courbe ni éviteront complètement les futures pertes de biodiversité d'ici 2050. En revanche, la combinaison de mesures de conservation et d'interventions en matière de consommation ou de production soutenables — ou les deux, comme l'illustre le scénario PAI, en jaune — permet simultanément d'inverser la courbe avant 2050 et d'éviter une grande partie des pertes potentielles de biodiversité d'ici là.

LA COURBE DE LA BIODIVERSITÉ COMMENCE À RALENTIR ET À S'INVERSER À UN MOMENT DIFFÉRENT SELON CHAQUE SCÉNARIO - LE MOMENT ET LA MANIÈRE DÉPENDENT DES MESURES PRISES

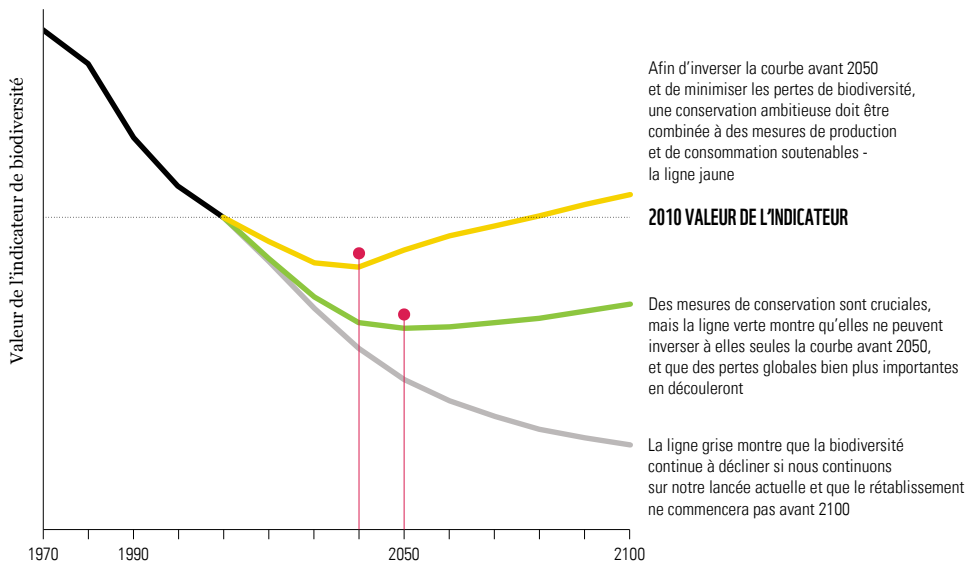


Figure 26 :
Inverser la courbe : les conséquences sur la biodiversité et comment y parvenir. Cette illustration montre, au travers d'un indicateur de biodiversité (abondance moyenne des espèces, MSA) en utilisant un modèle de biodiversité (GLOBIO), dont la moyenne est calculée à partir des quatre modèles d'utilisation des terres, ce que les différents scénarios signifient pour l'évolution attendue de la biodiversité et ce que cela nous apprend sur la façon d'inverser la courbe.
Adapté de Leclère, D. et coll. (2020)⁴⁷.





Scénario
(Moyenne selon les modèles de changement d'utilisation des terres)

- Historique
- Référence
- Efforts de conservation accrus
- Portefeuille d'actions intégrées
- Date de début de la reprise

La combinaison d'interventions en matière de production ou de consommation soutenables — ou de préférence les deux à la fois — avec des mesures de conservation plus audacieuses représentera une transformation profonde de notre système alimentaire. Cependant, une telle transformation apporterait également d'importants co-avantages en matière d'environnement, grâce à la réduction des émissions de gaz à effet de serre, de l'utilisation d'engrais et de la consommation d'eau pour l'irrigation (figure 27). Comme le montrent d'autres études, cela apporterait également d'importants co-avantages en ce qui concerne l'amélioration de la santé⁵⁶. Un portefeuille d'actions intégrées permettrait donc non seulement de réduire les compromis entre la conservation et la production agricole, mais aussi de nous engager dans une transformation plus cohérente avec l'objectif global de développement durable, et d'équilibrer les besoins des hommes et de la nature.

			RÉSULTATS PRÉVUS PAR LES MODÈLES				
			Tendances mondiales en matière de biodiversité	Tendances dans d'autres aspects soutenables de l'utilisation des terres			
				Prix du marché des cultures d'ici 2050	Autres impacts environnementaux d'ici 2050		
					Émissions de gaz à effet de serre	Utilisation de l'eau	Application d'azote en tant qu'engrais
SCÉNARIOS D'INTERVENTION	Efforts limités	Reference	diminution jusqu'au dernier quart du 21 ^e siècle	↘	↗	↗↗	↗↗↗↗
		Efforts accrus tournés vers l'offre	diminution légèrement plus modérée jusqu'au dernier quart du 21 ^e siècle	↘↘	↘	↗↗	↗↗↗↗
	Efforts ciblés	Efforts accrus tournés vers la demande	diminution légèrement plus modérée jusqu'au dernier quart du 21 ^e siècle	↘↘↘	↘↘↘	↗↗	↗↗↗↗
		Efforts de conservation accrus	diminution légèrement plus modérée jusqu'en 2050 environ, suivie d'une reprise modérée	↗	-	↗↗	↗↗↗↗
		Efforts accrus de conservation et tournés vers l'offre	légère diminution suivie d'une reprise plus rapide à partir de 2050	↘	↘↘	↗↗	↗↗↗↗
	Efforts combinés et intégrés	Efforts accrus de conservation et tournés vers la demande	légère diminution suivie d'une reprise plus rapide à partir de 2050	↘↘	↘↘↘	↗↗	↗↗↗↗
		Portefeuille d'actions intégrées (tous efforts confondus)	légère diminution suivie d'une reprise plus rapide à partir de 2050	↘↘	↘↘↘	↗	↗↗↗↗

Légende *Biodiversité* *Tendances des prix* *Émissions de gaz à effet de serre* *Utilisation de l'eau* *Application d'azote en tant qu'engrais*

	diminution	-	augmentation	augmentation très forte (> 50 %)	augmentation forte (> 20 %)
	diminution légèrement plus faible	diminution ou augmentation forte (> 20 %)	stable	augmentation forte (> 20 %)	augmentation modérée (10 à 20 %)
	diminution légèrement plus faible suivie d'une reprise modérée	diminution modérée (10 à 20 %)	diminution faible (< 10 %) à modérée (10-20 %)	augmentation modérée (< 20 %)	augmentation faible (< 10 %)
	légère diminution suivie d'une reprise plus rapide	diminution faible (< 10 %)	diminution forte (> 20 %)	diminution	diminution

logique suivie : biodiversité la couleur qualifie la distance par rapport à la cible = inverser la courbe
prix la couleur qualifie la distance par rapport à la cible = une diminution (du point de vue de la sécurité alimentaire) mais pas trop intense (du point de vue du producteur)
autres impacts environnementaux la couleur indique si les pressions transgressent les limites planétaires (rouge), sont dans la plage d'incertitude (orange) ou sont en dessous des limites planétaires (vert)

Se tourner vers l'avenir

L'initiative « *Bending the Curve* » montre que des efforts de conservation audacieux et la transformation du système alimentaire sont essentiels à une stratégie efficace en matière de biodiversité pour l'après-2020. Ils représentent également des éléments essentiels d'une feuille de route visant à construire un avenir résilient où l'homme et la nature prospèrent tous deux.

Il est important de noter que ces modèles se concentrent sur le principal facteur de perte de biodiversité terrestre, à savoir le changement d'utilisation des terres. Les recherches en cours rendent cette feuille de route plus complète. Les menaces non incluses dans cette analyse, comme le changement climatique ou les espèces envahissantes, deviendront également plus importantes à l'avenir. Des travaux sont déjà en cours pour étudier la manière de faire face à ces menaces, et leur conclusion est claire : ne pas y faire face risquerait de compromettre les chances d'inverser la courbe. Voilà pourquoi une action encore plus ambitieuse que celle prévue ici sera peut-être nécessaire.

La modélisation globale doit également être mise en œuvre aux niveaux national et local. Des réseaux mondiaux d'équipes de recherche nationales utilisent des modèles et des scénarios pour soutenir la conception de politiques intégrées et concrètes au niveau national. Celles-ci contribueront à la réalisation des objectifs nationaux et mondiaux en matière de soutenabilité. L'une de ces initiatives — le consortium FABLE (Food, Agriculture, Biodiversity, Land-Use and Energy) — est examinée plus loin dans ce chapitre.

Figure 27 - Résumé des principaux résultats attendus pour les différents scénarios.

Les lignes indiquent les scénarios : le scénario de référence (ligne du haut), et les efforts supplémentaires décrits précédemment. Les niveaux d'intégration et d'ambition les plus élevés se situent en bas du tableau. Les colonnes présentent les résultats attendus par l'ensemble des modèles pour chaque scénario, y compris les tendances à la fois de la biodiversité mondiale future et des aspects de soutenabilité tels que les prix des cultures et d'autres impacts environnementaux de l'agriculture. Pour ces dernières tendances, les flèches indiquent la direction et l'amplitude du changement relatif prévu de 2010 à 2050. Les codes de couleur indiquent une évaluation de la soutenabilité, illustrant la distance par rapport à l'objectif pour la biodiversité (inverser la courbe) et les prix des cultures (faible baisse pour réduire l'insécurité alimentaire tout en limitant la pression sur les producteurs) et le positionnement par rapport aux limites planétaires pour les autres impacts environnementaux (au-dessus de la limite pour les couleurs rouges, dans la plage d'incertitude pour le jaune, et en dessous de la limite pour le vert), inspirés de la figure 2 de Springmann, M. et Coll. (2018)⁵⁵.

DIFFÉRENTES MANIÈRES D'ATTEINDRE L'AVENIR QUE NOUS VOULONS

En complément de la feuille de route issue de l'initiative *Bending the Curve*, d'autres nouveaux modèles ont permis d'évaluer l'efficacité de deux stratégies opposées de planification de la conservation, chacune combinée à des mesures visant à atteindre les objectifs mondiaux en matière de climat et de sécurité alimentaire. Toutes deux sont capables d'inverser la courbe de la perte de biodiversité, mais uniquement si elles vont de pair avec une forte atténuation du climat.

Jelle Hilbers
(Institut de recherche sur
l'eau et les zones humides
de l'université Radboud,
Nijmegen, Pays-Bas)

Avant que la COVID-19 ne stoppe le monde dans son élan, 2020 était considérée comme une « année spéciale pour la nature » avec trois grandes conférences qui devaient déterminer la voie à suivre en matière de climat et de biodiversité au cours de la prochaine décennie. Lors de la Conférence des Nations unies sur le changement climatique (COP26) à Glasgow, les pays devaient soumettre leurs nouveaux objectifs de réduction des émissions à long terme ; la Convention des Nations unies sur la diversité biologique devait se réunir à Kunming en Chine pour convenir d'un nouveau cadre et de nouveaux objectifs ; et un sommet des dirigeants sur la biodiversité était prévu en octobre à New York dans le cadre des célébrations du 75^e anniversaire des Nations unies.

La plupart de ces conférences ont été reportées à 2021, mais une grande partie du travail contribuant à appuyer les prises de décisions a été effectuée. Par exemple, de nouveaux scénarios utilisant le cadre IMAGE-GLOBIO ont exploré la capacité de deux stratégies opposées de planification de la conservation à inverser la courbe de la perte de biodiversité, tout en intégrant des mesures visant à préserver la sécurité alimentaire mondiale et à limiter le réchauffement climatique à un niveau bien inférieur à 2 °C. Examiner ces objectifs simultanément pourrait permettre d'aborder certains des compromis éventuels de l'atténuation du climat tout en explorant le plein potentiel d'atténuation des mesures propres aux terres.

Le cadre de modélisation IMAGE-GLOBIO^{16,17} a été utilisé pour explorer l'efficacité de ces deux stratégies opposées sur la base d'une tendance au maintien du *statu quo* en matière de croissance démographique et de développement socio-économique (SSP2). Il visait également à atteindre les objectifs d'atténuation du changement climatique et de sécurité alimentaire d'ici 2050¹⁸.

Photo : Riz fraîchement battu, prêt à être acheminé vers un moulin pour y être décortiqué, Camarines Sur, Bicol, Philippines.



La première de ces stratégies de conservation de premier plan — le scénario « demie-Terre » prône un accroissement des zones protégées du monde entier pour recouvrir la moitié de la Terre⁹⁻¹³. Cette stratégie est fondée sur la conviction qu'il est préférable d'exclure les pressions humaines de la nature pour inverser la courbe de la perte de biodiversité. Elle repose sur ce qu'on appelle le « land-sparing » (d'exclusion), c'est-à-dire préserver la nature sauvage par la restauration et l'extension des zones protégées et de conservation.

À l'opposé, la deuxième stratégie de conservation — le scénario « land-sharing » (de partage) de la planète — vise à soutenir la biodiversité tout en fournissant des biens et des services à l'humanité¹⁴⁻¹⁵. Cette stratégie considère qu'il est préférable de vivre avec et grâce à la nature, en reliant les objectifs de biodiversité à la réalisation d'une bonne qualité de vie. Elle repose sur le « land-sharing » (le partage des terres), c'est-à-dire sur l'intégration de la conservation de la biodiversité au sein du paysage agricole.

Dans le scénario de « demie-Terre », 50 % de chaque écorégion du monde sont protégés pour conserver la biodiversité, tandis que les 50 % restants sont utilisés pour répondre aux besoins humains. Afin de préserver la sécurité alimentaire, ce scénario prévoit également l'intensification soutenable de la production agricole, par exemple grâce à une utilisation efficace des nutriments, la lutte contre les ravageurs et la modification génétique.

Le scénario de « partage de la planète » se concentre sur la conservation des zones qui soutiennent et améliorent l'approvisionnement de divers services écosystémiques (tels que le stockage du carbone, la pollinisation et la lutte contre les ravageurs) en ajoutant des forêts à forte teneur en carbone, des zones riveraines, des châteaux d'eau, des tourbières et des espaces verts urbains aux zones protégées actuelles et aux zones clés pour la biodiversité, qui couvrent jusqu'à 30 % de la surface terrestre mondiale. Ce scénario repose sur une production agricole issue de l'agroécologie avancée, de l'agriculture biologique, de l'agroforesterie et de systèmes agricoles diversifiés.

Il a été constaté que ces deux stratégies de conservation ont le potentiel d'inverser la courbe de la perte de biodiversité, mais uniquement en combinaison avec un ensemble plus large de mesures de soutenabilité visant à atténuer le changement climatique et à préserver la sécurité alimentaire. Il s'agit par exemple de mesures de production dans les systèmes agricoles et énergétiques (par exemple, l'augmentation de la productivité agricole) ainsi que de mesures fondées sur la consommation (comme la réduction des déchets alimentaires et de la consommation de la production animale). Grâce à cet ensemble complet de mesures, les pertes locales de la composition de l'intégrité de la biodiversité (telle que mesurée par l'indicateur d'abondance moyenne des espèces) ont été inversées en 2030, et les chiffres ont augmenté pour atteindre des valeurs similaires ou supérieures en 2050 par rapport à 2015, tandis que le nombre de personnes menacées par la faim a diminué et que l'augmentation de la température mondiale a été maintenue bien en dessous de 2 °C.

Une telle modélisation peut nous aider à comprendre l'efficacité et les compromis potentiels de différentes actions et à faire des choix sur la voie à suivre. La stratégie de « demie-Terre » a dépassé légèrement la stratégie de « partage de la planète »

en termes de restauration de la biodiversité, tandis que le « partage de la planète » a été plus bénéfique en termes de fourniture de services écosystémiques, de prix des denrées alimentaires et de sécurité alimentaire. Ces résultats suggèrent qu'il est nécessaire de combiner les deux stratégies de conservation, de sorte que les zones strictement protégées pour la conservation de la biodiversité soient entourées de terres utilisées par l'homme, gérées de manière favorable à la biodiversité et à la fourniture de services écosystémiques¹⁵.

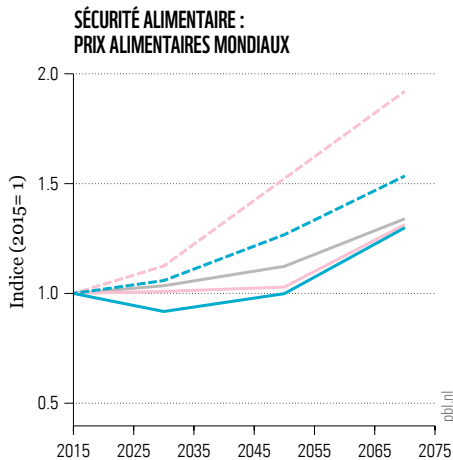
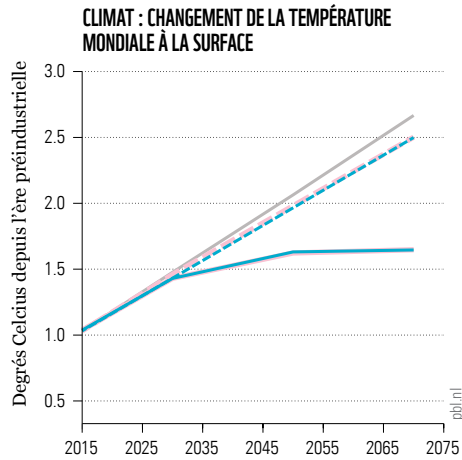
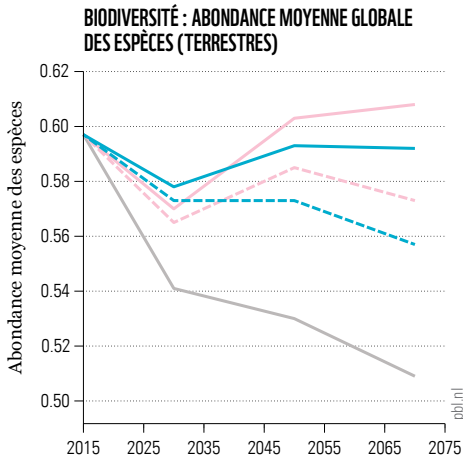


Figure 28 : Résultats généraux en matière de biodiversité, de changement climatique et de sécurité alimentaire dus aux stratégies de « demi-Terre » et de « partage de la planète » – avec les scénarios « conservation uniquement » et « soutenabilité intégrée »¹⁸.

Légende

- Référence (SSP2)
- Demi-Terre - soutenabilité intégrée
- - - Demi-Terre - conservation uniquement
- Partage de la planète - soutenabilité intégrée
- - - Partage de la planète - conservation uniquement

Une hausse des invasions biologiques à prévoir

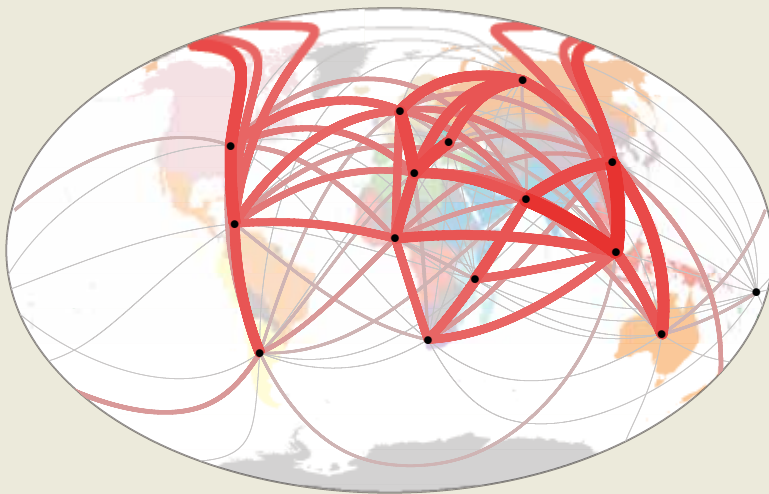
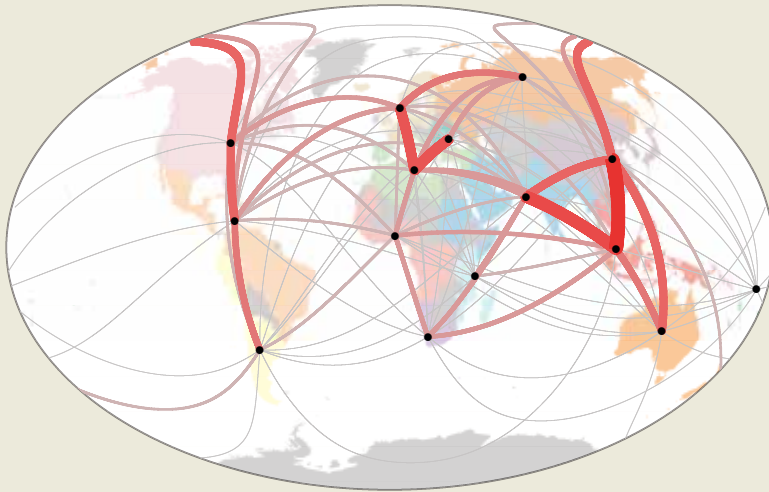
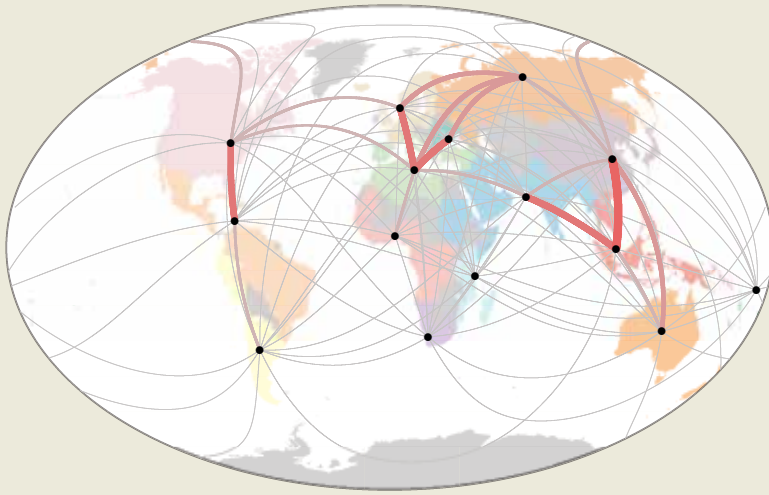
Contrairement à d'autres facteurs importants de perte de biodiversité mondiale, le manque de modèles et de scénarios d'invasions biologiques entrave sérieusement l'évaluation des augmentations actuelles et futures du nombre d'espèces exotiques envahissantes.

Bernd Lenzner, Guillaume Latombe et Franz Essl (université de Vienne), Hanno Seebens (Senckenberg Biodiversity and Climate Research Centre) et Brian Leung (université McGill)

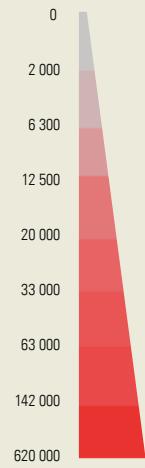
Le nombre d'espèces exotiques ne cesse d'augmenter, avec une progression de 37 % depuis 1970 sans signe de saturation¹. Les espèces exotiques envahissantes constituent des menaces majeures pour la biodiversité², les services écosystémiques³ et les moyens de subsistance des hommes⁴. Par conséquent, il est urgent de projeter et d'évaluer les trajectoires futures de leur concentration, de leur abondance et de leurs impacts, absents jusqu'ici des initiatives de modélisation de la biodiversité mondiale⁵.

Le consortium AlienScenarios élabore actuellement les premiers scénarios mondiaux qualitatifs et quantitatifs d'invasions biologiques jusqu'en 2100⁶ et étudie l'effet de différents facteurs. Par exemple, le transport maritime mondial — qui représente aujourd'hui 90 % du commerce international⁷ — augmentera jusqu'à plus de 1 200 % selon des scénarios alternatifs (figure 29)⁸. Cela pourrait entraîner une multiplication par trois à vingt des invasions marines, soulignant ainsi l'importance des politiques internationales pour inverser la courbe. D'autres facteurs socio-écologiques nécessitent des analyses comparables dans le contexte des espèces exotiques envahissantes, et ces scénarios fourniront des informations cruciales pour la politique et la gestion.

Figure 29 : Le réseau mondial de transport maritime actuel et prévu dans le cadre de deux scénarios différents de Trajectoires socio-économiques partagées (SSP)⁸
Réseau maritime en 2014 (en haut), en 2050 dans le cas de la croissance du trafic la plus faible (SSP3 - Regional Rivalry pathway (trajectoire de rivalité régionale), au milieu), et dans le cas de la croissance du trafic la plus élevée (SSP5 - Fossil-fuelled Development pathway (trajectoire de développement fondé sur des combustibles fossiles), en bas).
Le changement prévu illustre le risque potentiel futur d'introduction d'espèces exotiques envahissantes par le seul transport maritime.



Nombre de mouvements



ZOOM SUR LA MODÉLISATION PAR PAYS POUR ASSURER LA SOUTENABILITÉ À LONG TERME DES SYSTÈMES D'ALIMENTATION ET D'UTILISATION DES TERRES

La modélisation globale doit être mise en œuvre au niveau local. D'après les analyses menées par les pays, il est possible d'inverser le déclin de la biodiversité après 2020 grâce à des stratégies nationales ciblées, allant des changements dans l'alimentation aux restrictions sur la conversion des terres.

Aline Mosnier (Sustainable Development Solutions Network),
Sarah Jones (Bioversity International,
Parc scientifique Agropolis II),
Jordan Poncet (Sustainable Development Solutions Network)
et le consortium FABLE

De nombreux gouvernements revoient actuellement l'ambition de leurs stratégies en matière de climat et de biodiversité. Pour être efficaces, ces dernières devront comprendre des mesures visant à soutenir une évolution vers des systèmes soutenables d'utilisation des terres et alimentaires, et prendre en compte les impacts du commerce international. Pourtant, la plupart des pays ne disposent pas de modèles analytiques intégrés permettant de comprendre et de traiter les synergies et les compromis complexes qui sont en jeu.

Le consortium *Food, Agriculture, Biodiversity, Land-Use, and Energy* (FABLE) est un réseau de connaissances composé d'institutions nationales de 20 pays qui vise à combler cette lacune en préparant des parcours intégrés à long terme qui décrivent les options permettant d'atteindre les objectifs de soutenabilité du milieu du siècle à l'échelle nationale^{19,20}.

Les résultats de FABLE pour 2019 et les résultats préliminaires pour 2020^{19,20} suggèrent que des progrès substantiels peuvent être réalisés pour atteindre les objectifs en matière de conservation de la biodiversité, de réduction des émissions de gaz à effet de serre dues à l'agriculture et au changement d'utilisation des terres, et de sécurité alimentaire d'ici 2050. Ces résultats intègrent des hypothèses nationales sur la possibilité de la transformation, y compris des hypothèses sur les changements de régime alimentaire, l'évolution de la productivité et les objectifs de reforestation.

Nos résultats de 2019 montrent qu'au moins 50 % de la surface terrestre de la planète pourraient être gérés pour soutenir la conservation de la biodiversité d'ici 2050. Cet objectif de conservation de la biodiversité pourrait être atteint tout en assurant la sécurité alimentaire, en réduisant les émissions de carbone et en soutenant les initiatives de reboisement. Les principales réserves portent sur le fait que nous ne prenons pas en compte la biodiversité soutenue par l'habitat sur les terres agricoles, l'intensité de la gestion des prairies, ou les incertitudes liées aux taux et aux niveaux de rétablissement de la biodiversité sur les terres agricoles reboisées et abandonnées.

La réalisation de ces objectifs d'ici 2050 nécessitera des actions nationales spatialement explicites, telles que la création de zones protégées efficaces^{21, 22}, de terres reboisées²³ et de paysages agricoles multifonctionnels^{24, 15}. FABLE, en collaboration avec l'initiative Nature Map²⁵, des experts locaux et d'autres parties prenantes, élabore une méthodologie pour classer par ordre de priorité les zones à protéger et à restaurer à l'avenir dans le cadre de chaque trajectoire nationale.

Trajectoires vers une alimentation et une utilisation des terres soutenables en Éthiopie

Le cheminement à long terme de l'Éthiopie s'inspire fortement de la stratégie « Économie verte pour un climat résilient » du pays, de son Plan de croissance et de transformation II, du Programme de croissance agricole et des objectifs du Défi de Bonn, un effort mondial de reboisement de 350 millions d'hectares de terres déboisées et dégradées d'ici 2030. D'après les calculs de FABLE²⁶, nos résultats de 2019 montrent que plus de 60 % des terres de l'Éthiopie pourraient soutenir la biodiversité en 2050²⁷. La demande accrue de produits animaux entraîne une expansion des pâturages, mais une forte augmentation de la productivité des cultures libère une partie des terres cultivées après 2030, qui deviennent disponibles pour le reboisement et la régénération naturelle de la végétation. Nous avons utilisé ces résultats comme base pour engager le dialogue avec les parties prenantes et les experts nationaux, ceci afin d'affiner notre modèle et notre trajectoire pour l'Éthiopie en vue du rapport FABLE 2020.

DES MODÈLES ET DES SCÉNARIOS MONTRENT UN CHANGEMENT À VENIR POUR LES OCÉANS

Comme c'est le cas pour les projections terrestres, les scénarios de modélisation marine montrent que le changement climatique et les autres activités humaines font peser de graves risques sur la conservation de la vie marine et la soutenabilité de la pêche au 21^e siècle et au-delà.

William Cheung
(université de la
Colombie-Britannique)

Par rapport à l'époque préindustrielle, le niveau des mers augmente, et nos océans sont plus chauds, plus acides et perdent de l'oxygène. Ces changements sont liés aux émissions de gaz à effet de serre provenant des activités humaines et devraient se poursuivre au 21^e siècle²⁸.

Plus précisément, sur la base d'un ensemble de 10 modèles du système terrestre, la production primaire nette de phytoplanctons devrait diminuer de 4 à 11 % d'ici la fin de ce siècle par rapport à la période 2006-2015 si les émissions de gaz à effet de serre ne sont pas réduites²⁹. Étant donné que cette production primaire nette est la source d'énergie ultime à la base de la plupart des chaînes alimentaires marines en haute mer, y compris les écosystèmes des grands fonds marins, sa diminution réduirait la productivité des écosystèmes et aurait un impact sur leurs fonctions. Dans les régions côtières, par exemple, dans un monde plus chaud de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels²⁹, le réchauffement et l'élévation du niveau des mers devraient faire courir un risque élevé à très élevé d'impacts négatifs aux écosystèmes sensibles, tels que les récifs coralliens, les herbiers marins et les forêts de varech, qui abritent une vie marine très diverse et d'importants services écosystémiques comme la pêche.

Le changement climatique aura un impact sur la répartition et l'abondance des poissons et des invertébrés, car leur biologie est étroitement liée aux conditions environnementales telles que la température et le niveau d'oxygène, compromettant ainsi la conservation à long terme de la biodiversité marine. Exposés à de multiples dangers climatiques et non climatiques dans l'océan, de nombreux poissons et invertébrés marins, y compris ceux qui sont déjà menacés, risquent de disparaître à l'échelle locale, voire mondiale³⁰. Selon de multiples modèles d'espèces et d'écosystèmes marins, la biomasse mondiale d'invertébrés marins, de poissons et de vertébrés autres que les poissons diminuera d'environ 4,3 % dans un scénario de forte atténuation et de faibles émissions de gaz à effet de serre, et de 15 % si les émissions ne sont pas réduites d'ici la fin de ce siècle par rapport à la période 1986-2005³¹ — les espèces se déplaçant également à des centaines, voire des milliers de kilomètres par rapport à leur aire de répartition actuelle.

De nombreuses pêcheries risquent d'être impactées par la baisse mondiale de la productivité des océans, la diminution de la biomasse des poissons et des invertébrés et les changements dans la répartition des espèces. Les modèles de pêche mondiaux prévoient une forte diminution du potentiel de capture maximal des pêcheries (une approximation du rendement maximal soutenable) de 20 à 24 % d'ici 2100 par rapport à 1986-2005, avec des déclinés plus généralisés dans les tropiques, dans le cadre du scénario sans atténuation. La nouvelle disponibilité des poissons due au changement climatique devrait avoir de fortes conséquences sur l'économie, la sécurité alimentaire des produits de la mer et les moyens de subsistance des communautés humaines qui en dépendent ; se traduisant, par exemple, par une diminution globale des revenus des travailleurs de la mer et une augmentation des dépenses des ménages en produits de la mer³². L'augmentation de la population humaine, de la richesse économique et de la consommation entraînera une nouvelle hausse de la demande de produits de la mer, ce qui exercera une pression supplémentaire sur les stocks halieutiques et la pêche.

Les modèles et scénarios propres aux océans mettent en évidence l'importance de l'atténuation du climat et de la réduction d'autres facteurs de stress humains comme la surpêche et la pollution plastique, accompagnés d'une adaptation locale, pour garantir la conservation à long terme de la biodiversité marine et la soutenabilité de la pêche.

Photo : Image d'une efflorescence d'algues dans la mer Baltique prise par les satellites de la mission Copernicus Sentinel-2.



ÉTABLIR DES CONNEXIONS ENTRE LA TERRE ET LA MER

Nous avons besoin d'une compréhension globale des interactions terre-mer pour saisir les interactions et les compromis manquants dans les scénarios de l'impact humain.

Julia Blanchard
(université de Tasmanie),
Duncan Cameron
(université de Sheffield)
et Richard Cottrell
(université de Californie,
Santa Barbara)

Les écosystèmes terrestres et marins ont un lien intrinsèque, mais ce lien est souvent ignoré dans les modèles de scénarios qui examinent une série d'avenirs possibles en matière de changement d'utilisation des terres. Il est vrai que les modèles mondiaux de pointe d'utilisation des terres comme des mers utilisent des combinaisons complexes de « big data » souvent avec des sources d'entrée communes comme la télédétection et les modélisations du système terrestre – toutefois, les modélisations de scénarios de changement des activités humaines, en mer et sur terre, sont en grande partie réalisées séparément, avec des retours limités sur les écosystèmes connectés qui les sous-tendent^{33,34}.

Nous savons que les systèmes de production alimentaire sont les principaux moteurs de la perte de biodiversité, tant sur terre que dans la mer, et illustrent ces interconnexions cachées³⁵. Deux exemples : le ruissellement agricole dans les écosystèmes côtiers et marins, et l'utilisation de la pêche sauvage pour les engrais et les aliments pour animaux sur terre. Le changement climatique crée des interactions entre ces connexions, car la production alimentaire est source d'émissions ayant un impact sur le système climatique, qui à son tour modifie l'environnement, l'habitat et la biodiversité à la base d'une production alimentaire résiliente.



Le passage d'un régime alimentaire de protéines d'origine terrestres à océaniques, plus efficaces du point de vue environnemental a été proposé comme levier pour atténuer le climat³⁶. Il a été démontré que les scénarios de transition vers des régimes alimentaires à base de produits marins, *via* la croissance de l'aquaculture, épargnent les ressources alimentaires terrestres et marines par rapport aux pratiques habituelles³⁷. Cependant, les impacts plus larges des changements dans la demande alimentaire sur les écosystèmes marins ne sont pas bien compris. Compte tenu des menaces qui pèsent sur la biodiversité déjà présente dans l'océan, il faut veiller à ce qu'aucun changement n'entraîne de résultats pervers en matière de biodiversité ou ne crée des inégalités dans l'alimentation et la nutrition^{33,38}.

De plus en plus d'initiatives tentent de combler ce manque de connaissances, mais une grande partie des travaux portant sur l'interface terre-mer n'ont jusqu'à présent été réalisés qu'à l'échelle des bassins versants régionaux^{39,40}. Les développements en matière de modélisation mondiale des flux de nutriments provenant de diverses activités humaines sur terre vers les systèmes côtiers⁴¹ sont prometteurs, mais les liens avec les réponses des écosystèmes dans le continuum terre-océan font toujours défaut. Ces lacunes cruciales doivent être prises en compte si nous voulons comprendre et prévoir les conséquences et les compromis de l'évolution des activités humaines pour la planète.

D'après les projections relatives au changement climatique, les chocs de la production alimentaire dans tous les secteurs augmentent et risquent de s'aggraver à mesure que des événements extrêmes tels que les vagues de chaleur marine et la sécheresse deviendront la « nouvelle norme »⁴². On ne comprend pas encore tout à fait ce que cela implique pour l'ensemble du système alimentaire, ainsi que pour la biodiversité et les processus écosystémiques sous-jacents. Augmenter les évaluations des incidences environnementales des systèmes alimentaires⁴³, en cartographiant les synergies et les compromis de la protection de la biodiversité sur le bien-être humain, pourrait nous aider à mieux comprendre l'influence des interactions terre-mer sur le chemin de la soutenabilité⁴⁴.

Photo : Une vue aérienne de la côte atlantique du Gabon.



LA VOIE À SUIVRE

Le Rapport Planète Vivante 2020 paraît à un moment où le monde est en plein bouleversement, mais son message clé, lui, demeure inchangé depuis plusieurs décennies : la nature, notre assurance-vie, décline à un rythme effarant. Nous savons désormais que la santé des êtres humains et celle de notre planète sont interdépendantes ; les incendies qui ont décimé les forêts d’Australie l’an passé et la pandémie actuelle de COVID-19 l’ont encore démontré.

L’initiative *Bending the Curve* nous enseigne qu’avec un changement en profondeur, nous pourrions inverser la courbe de la perte de biodiversité. Il est facile de parler de mutation profonde, mais comment allons-nous en faire une réalité dans notre société moderne complexe et fortement connectée ? Nous savons qu’il faudra un sursaut mondial et collectif ; que des efforts accrus de conservation sont essentiels, ainsi que des changements dans la façon dont nous produisons et consommons notre nourriture et notre énergie. Les citoyens, les gouvernements et les chefs d’entreprise du monde entier devront faire partie du changement dont l’ampleur, l’urgence et l’ambition sont sans précédent.

Vous aussi, prenez part à ce mouvement et trouvez de l’inspiration en consultant notre supplément *Voices for a Living Planet*. Des penseurs et des acteurs de terrain issus de divers horizons y ont partagé leurs points de vue et solutions afin de bâtir une planète plus saine pour les hommes et pour la nature.

Ce recueil complète le Rapport Planète Vivante 2020 en reflétant une diversité d’opinions provenant du monde entier. De nombreux thèmes y sont abordés, des droits de l’homme à la philosophie morale, en passant par la finance soutenable et l’innovation commerciale.

Nous espérons que cela vous incitera à prendre part au changement.

Photo : Enfants se rendant à la pépinière du siège du programme de restauration forestière de la vallée de Rukoki (district de Kasese, montagnes de Rwenzori, Ouganda).





Chapitre 1 : Un SOS pour la nature

- 1 IPBES. (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. IPBES secretariat, Bonn, Germany.
- 2 IUCN SSC African Elephant Specialist Group (AfESG). (2016). African Elephant Database (AED). <<http://africanelephantdatabase.org/>>.
- 3 TSX. (2018). The Australian Threatened Species Index. Aggregated for National Environmental Science Program Threatened Species Recovery Hub Project 3.1. Generated on November 14th, 2018. <<https://tsx.org.au/tsx/#/>>.
- 4 National Audubon Society. (2020). *Audubon Christmas bird count*. <<https://www.audubon.org/conservation/science/christmas-bird-count>>.
- 5 SoIB. (2020). *State of India's Birds, 2020: Range, trends and conservation status*. The SoIB Partnership. <<http://www.stateofindiabirds.in/>>.
- 6 Hill, A. P., Prince, P., Piña Covarrubias, E., Doncaster, C. P., Snaddon, J. L., et al. (2018). AudioMoth: Evaluation of a smart open acoustic device for monitoring biodiversity and the environment. *Methods in Ecology and Evolution* **9**:1199-1211. doi: 10.1111/2041-210X.12955.
- 7 Doyle, A. (2014). Polar bear DNA found from tracks in snow, in conservation step. *Scientific American*. <<https://www.scientificamerican.com/article/polar-bear-dna-found-from-tracks-in-snow-in-conservation-step/>>.
- 8 Hodgson, J. C., Mott, R., Baylis, S. M., Pham, T. T., Wotherspoon, S., et al. (2018). Drones count wildlife more accurately and precisely than humans. *Methods in Ecology and Evolution* **9**:1160-1167. doi: 10.1111/2041-210X.12974.
- 9 IPBES. (2015). Report of the Plenary of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on the work of its third session. In: Plenary of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Third session, Bonn, Germany. <<https://ipbes.net/event/ipbes-3-plenary>>.
- 10 Salafsky, N., Salzer, D., Stattersfield, A. J., Hilton-Taylor, C., Neugarten, R., et al. (2008). A standard lexicon for biodiversity conservation: Unified classifications of threats and actions. *Conservation Biology* **22**:897-911. doi: 10.1111/j.1523-1739.2008.00937.x.
- 11 Pelicice, F. M., Azevedo-Santos, V. M., Vitule, J. R. S., Orsi, M. L., Lima Junior, D. P., et al. (2017). Neotropical freshwater fishes imperilled by unsustainable policies. *Fish and Fisheries* **18**:1119-1133. doi: 10.1111/faf.12228.
- 12 Zarfl, C., Berlekamp, J., He, F., Jähnig, S. C., Darwall, W., et al. (2019). Future large hydropower dams impact global freshwater megafauna. *Scientific Reports* **9**:18531. doi: 10.1038/s41598-019-54980-8.
- 13 ICMBio-MMA. (2018). *Livro Vermelho da fauna Brasileira ameaçada de extinção, Volume V, anfíbios*. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente (ICMBio-MMA), Brasília.
- 14 Carvalho, T., Becker, C. G., and Toledo, L. F. (2017). Historical amphibian declines and extinctions in Brazil linked to chytridiomycosis. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **284**:20162254. doi: 10.1098/rspb.2016.2254.
- 15 IUCN. (2020). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2. <<https://www.iucnredlist.org/>>.
- 16 Crawford, A. J., Lips, K. R., and Bermingham, E. (2010). Epidemic disease decimates amphibian abundance, species diversity, and evolutionary history in the highlands of central Panama. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **107**:13777-13782. doi: 10.1073/pnas.0914115107.
- 17 IPBES. (2019). *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Díaz, S., Settele, J., Brondízio E. S., Ngo, H. T., Guèze, M., et al. editors. IPBES secretariat, Bonn, Germany.

- 18 Schipper, A. M., Hilbers, J. P., Meijer, J. R., Antão, L. H., Benítez-López, A., *et al.* (2020). Projecting terrestrial biodiversity intactness with GLOBIO 4. *Global Change Biology* **26**:760-771. doi: 10.1111/gcb.14848.
- 19 Hill, S. L. L., Gonzalez, R., Sanchez-Ortiz, K., Caton, E., Espinoza, F., *et al.* (2018). Worldwide impacts of past and projected future land-use change on local species richness and the Biodiversity Intactness Index. *bioRxiv (Pre print)*:311787. doi: 10.1101/311787.
- 20 Pereira, H. M., Rosa, I. M. D., Martins, I. S., Kim, H., Leadley, P., *et al.* (2020). Global trends in biodiversity and ecosystem services from 1900 to 2050. *bioRxiv (Pre print)*:2020.2004.2014.031716. doi: 10.1101/2020.04.14.031716.
- 21 Faurby, S., and Svenning, J. C. (2015). Historic and prehistoric human-driven extinctions have reshaped global mammal diversity patterns. *Diversity and Distributions* **21**:1155-1166. doi: 10.1111/ddi.12369.
- 22 Butchart, S. H. M., Resit Akçakaya, H., Chanson, J., Baillie, J. E. M., Collen, B., *et al.* (2007). Improvements to the Red List Index. *PLOS ONE* **2**:e140. doi: 10.1371/journal.pone.0000140.
- 23 Butchart, S. H. M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A., Scharlemann, J. P. W., *et al.* (2010). Global biodiversity: Indicators of recent declines. *Science* **328**:1164-1168. doi: 10.1126/science.1187512.
- 24 Jetz, W., McPherson, J. M., and Guralnick, R. P. (2012). Integrating biodiversity distribution knowledge: Toward a global map of life. *Trends in Ecology & Evolution* **27**:151-159. doi: 10.1016/j.tree.2011.09.007.
- 25 GEO BON. (2015). *Global biodiversity change indicators. Version 1.2*. Group on Earth Observations Biodiversity Observation Network Secretariat, Leipzig.
- 26 Powers, R. P., and Jetz, W. (2019). Global habitat loss and extinction risk of terrestrial vertebrates under future land-use-change scenarios. *Nature Climate Change* **9**:323-329. doi: 10.1038/s41558-019-0406-z.
- 27 Díaz, S., Settele, J., Brondizio, E. S., Ngo, H. T., Agard, J., *et al.* (2019). Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. *Science* **366**:eaax3100. doi: 10.1126/science.aax3100.
- 28 Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., *et al.* (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* **347**:1259855. doi: 10.1126/science.1259855.
- 29 Bardgett, R. D., and van der Putten, W. H. (2014). Belowground biodiversity and ecosystem functioning. *Nature* **515**:505-511. doi: 10.1038/nature13855.
- 30 Wardle, D. A., Bardgett, R. D., Klironomos, J. N., Setälä, H., van der Putten, W. H., *et al.* (2004). Ecological linkages between aboveground and belowground biota. *Science* **304**:1629-1633. doi: 10.1126/science.1094875.
- 31 Bardgett, R. D., and Wardle, D. A. (2010). *Aboveground-belowground linkages: biotic interactions, ecosystem processes, and global change*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- 32 Fausto, C., Mininni, A. N., Sofo, A., Crecchio, C., Scagliola, M., *et al.* (2018). Olive orchard microbiome: Characterisation of bacterial communities in soil-plant compartments and their comparison between sustainable and conventional soil management systems. *Plant Ecology & Diversity* **11**:597-610. doi: 10.1080/17550874.2019.1596172.
- 33 FAO, and ITPS. (2015). *Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report*. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils.
- 34 FAO. (2017). *Voluntary guidelines for sustainable soil management*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- 35 FAO. (2019). *The state of the world's biodiversity for food and agriculture*. Bélanger, J. and Pilling, D. editors. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments, Rome. <<http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>>.
- 36 Van der Putten, W. H., and Wall, D. H. (2015). Ecosystem services provided by soil life. Page 630 in Potschin, M., Haines-Young, R., Fish, R., and Turner, R. K., editors. *Routledge Handbook of Ecosystem Services*. Routledge, New York.
- 37 Johnson, P. T. J., Preston, D. L., Hoverman, J. T., and Richgels, K. L. D. (2013). Biodiversity decreases disease through predictable changes in host community competence. *Nature* **494**:230-233. doi: 10.1038/nature11883.
- 38 Barrios, E., Valencia, V., Jonsson, M., Brauman, A., Hairiah, K., *et al.* (2018). Contribution of trees to the conservation of biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes. *International Journal of*

- Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* **14**:1-16. doi: 10.1080/21513732.2017.1399167.
- 39 Orgiazzi, A., Panagos, P., Yigini, Y., Dunbar, M. B., Gardi, C., *et al.* (2016). A knowledge-based approach to estimating the magnitude and spatial patterns of potential threats to soil biodiversity. *Science of The Total Environment* **545-546**:11-20. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.12.092.
- 40 Orgiazzi, A., and Panagos, P. (2018). Soil biodiversity and soil erosion: It is time to get married. *Global Ecology and Biogeography* **27**:1155-1167. doi: 10.1111/geb.12782.
- 41 Orgiazzi, A., Ballabio, C., Panagos, P., Jones, A., and Fernández-Ugalde, O. (2018). LUCAS Soil, the largest expandable soil dataset for Europe: A review. *European Journal of Soil Science* **69**:140-153. doi: 10.1111/ejss.12499.
- 42 Antonelli, A., Smith, R. J., and Simmonds, M. S. J. (2019). Unlocking the properties of plants and fungi for sustainable development. *Nature Plants* **5**:1100-1102. doi: 10.1038/s41477-019-0554-1.
- 43 IPNI. (2020). International Plant Names Index. The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Botanic Gardens. <<http://www.ipni.org>>.
- 44 Nic Lughadha, E., Govaerts, R., Belyaeva, I., Black, N., Lindon, H., *et al.* (2016). Counting counts: Revised estimates of numbers of accepted species of flowering plants, seed plants, vascular plants and land plants with a review of other recent estimates. *Phytotaxa* **272**:82. doi: 10.11646/phytotaxa.272.1.5.
- 45 The World Checklist of Vascular Plants (WCVP). (2020). World Checklist of Vascular Plants, version 2.0. Accessed 11th May, 2020. <<http://wcvp.science.kew.org/>>.
- 46 Betts, M. G., Wolf, C., Ripple, W. J., Phalan, B., Millers, K. A., *et al.* (2017). Global forest loss disproportionately erodes biodiversity in intact landscapes. *Nature* **547**:441-444. doi: 10.1038/nature23285.
- 47 Cornwell, W. K., Pearse, W. D., Dalrymple, R. L., and Zanne, A. E. (2019). What we (don't) know about global plant diversity. *Ecography* **42**:1819-1831. doi: 10.1111/ecog.04481.
- 48 Pelletier, T. A., Carstens, B. C., Tank, D. C., Sullivan, J., and Espindola, A. (2018). Predicting plant conservation priorities on a global scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **115**:13027-13032. doi: 10.1073/pnas.1804098115.
- 49 Bachman, S. P., Field, R., Reader, T., Raimondo, D., Donaldson, J., *et al.* (2019). Progress, challenges and opportunities for Red Listing. *Biological Conservation* **234**:45-55. doi: 10.1016/j.biocon.2019.03.002.
- 50 Brummitt, N. A., Bachman, S. P., Griffiths-Lee, J., Lutz, M., Moat, J. F., *et al.* (2015). Green plants in the red: A baseline global assessment for the IUCN Sampled Red List Index for plants. *PLOS ONE* **10**:e0135152. doi: 10.1371/journal.pone.0135152.
- 51 Humphreys, A. M., Govaerts, R., Ficinski, S. Z., Nic Lughadha, E., and Vorontsova, M. S. (2019). Global dataset shows geography and life form predict modern plant extinction and rediscovery. *Nature Ecology & Evolution* **3**:1043-1047. doi: 10.1038/s41559-019-0906-2.
- 52 Enquist, B. J., Feng, X., Boyle, B., Maitner, B., Newman, E. A., *et al.* (2019). The commonness of rarity: Global and future distribution of rarity across land plants. *Science Advances* **5**:eaaz0414. doi: 10.1126/sciadv.aaz0414.
- 53 Cronk, Q. (2016). Plant extinctions take time. *Science* **353**:446-447. doi: 10.1126/science.aag1794.
- 54 Figueiredo, L., Krauss, J., Steffan-Dewenter, I., and Sarmiento Cabral, J. (2019). Understanding extinction debts: spatio-temporal scales, mechanisms and a roadmap for future research. *Ecography* **42**:1973-1990. doi: 10.1111/ecog.04740.
- 55 Collen, B., Dulvy, N. K., Gaston, K. J., Gärdenfors, U., Keith, D. A., *et al.* (2016). Clarifying misconceptions of extinction risk assessment with the IUCN Red List. *Biology Letters* **12**:20150843. doi: 10.1098/rsbl.2015.0843.
- 56 Staude, I. R., Navarro, L. M., and Pereira, H. M. (2020). Range size predicts the risk of local extinction from habitat loss. *Global Ecology and Biogeography* **29**:16-25. doi: 10.1111/geb.13003.
- 57 Darrah, S. E., Bland, L. M., Bachman, S. P., Clubbe, C. P., and Trias-Blasi, A. (2017). Using coarse-scale species distribution data to predict extinction risk in plants. *Diversity and Distributions* **23**:435-447. doi: 10.1111/ddi.12532.
- 58 Nic Lughadha, E., Walker, B. E., Canteiro, C., Chadburn, H., Davis, A. P., *et*

- al. (2018). The use and misuse of herbarium specimens in evaluating plant extinction risks. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* **374**:20170402. doi: 10.1098/rstb.2017.0402.
- 59 Le Roux, J. J., Hui, C., Castillo, M. L., Iriondo, J. M., Keet, J.-H., et al. (2019). Recent Anthropogenic plant extinctions differ in biodiversity hotspots and coldspots. *Current Biology* **29**:2912-2918.e2912. doi: 10.1016/j.cub.2019.07.063.
- 60 Moat, J., Gole, T., and Davis, A. (2019). Least concern to endangered: Applying climate change projections profoundly influences the extinction risk assessment for wild Arabica coffee. *Global Change Biology* **25** doi: 10.1111/gcb.14341.
- 61 Silva, J. M. C. D., Rapini, A., Barbosa, L. C. F., and Torres, R. R. (2019). Extinction risk of narrowly distributed species of seed plants in Brazil due to habitat loss and climate change. *PeerJ* **7**:e7333. doi: 10.7717/peerj.7333.
- 62 IUCN. (2012). *IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- 63 IUCN Standards and Petitions Committee. (2019). *Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 14*. Prepared by the Standards and Petitions Committee. <<http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>>.
- 64 Duffey, E. (1964). The terrestrial ecology of Ascension Island. *Journal of Applied Ecology* **1**:219-251. doi: 10.2307/2401310.
- 65 Baker, K., Lambdon, P., Jones, E., Pellicer, J., Stroud, S., et al. (2014). Rescue, ecology and conservation of a rediscovered island endemic fern (*Anogramma ascensionis*): Ex situ methodologies and a road map for species reintroduction and habitat restoration. *Botanical Journal of the Linnean Society* **174**:461-477. doi: 10.1111/boj.12131.
- 66 Lambdon, P. W., Stroud, S., Gray, A., Niissalo, M., Renshaw, O., et al. (2010). *Anogramma ascensionis*. The IUCN Red List of Threatened Species. IUCN. Accessed 31st January, 2020. doi: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T43919A10838179.en>.
- 67 Fischer, E., Ntore, S., Nshutiayesu, S., Luke, W. R. Q., Kayombo, C., et al. (2019). *Nymphaea thermarum*. The IUCN Red List of Threatened Species. IUCN. Accessed 31st January, 2020. doi: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T185459A103564869.en>.
- 68 IUCN. (2019). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-3. Accessed 31st January, 2020. <<https://www.iucnredlist.org>>.
- 69 MSBP. (2020). The Millennium Seed Bank Partnership Portal For Seed Collections Data. Accessed 31st January, 2020. <<http://brahmsonline.kew.org/msbp>>.
- 70 Allen, R. (2018). *Ensete perrieri*. The IUCN Red List of Threatened Species. IUCN. Accessed 24th February, 2020. doi: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-1.RLTS.T98249345A98249347.en>.
- 71 Gupta, B. N. (1994). India. Pages 19-48 in Durst, P. B., Ulrich, W., and Kashio, M., editors. *Non Wood Forest Products in Asia*. RAPA/FAO, Bangkok.
- 72 Goraya, G. S., Jishtu, V., Rawat, G. S., and Ved, D. K. (2013). *Wild medicinal plants of Himachal Pradesh: An assessment of their conservation status and management prioritization*. Himachal Pradesh Forest Department, Shimla, India.
- 73 Tali, B. A., Ganie, A. H., Nawchoo, I. A., Wani, A. A., and Reshi, Z. A. (2015). Assessment of threat status of selected endemic medicinal plants using IUCN regional guidelines: A case study from Kashmir Himalaya. *Journal for Nature Conservation* **23**:80-89. doi: 10.1016/j.jnc.2014.06.004.
- 74 Moat, J., O'Sullivan, R. J., Gole, T., and Davis, A. P. (2018). *Coffea arabica* (amended version of 2018 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species. IUCN. Accessed 24th February, 2020. doi: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T18289789A174149937.en>.
- 75 Rivers, M. (2017). The Global Tree Assessment – Red listing the world's trees. *BGJournal* **14**:16-19.
- 76 Beech, E., Rivers, M., Oldfield, S., and Smith, P. P. (2017). GlobalTreeSearch: The first complete global database of tree species and country distributions. *Journal of Sustainable Forestry* **36**:454-489. doi: 10.1080/10549811.2017.1310049.
- 77 Stork, N. E. (2018). How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on Earth? *Annual Review of Entomology* **63**:31-45. doi: 10.1146/annurev-ento-020117-043348.
- 78 Wilson, E. O. (1987). The little things that run the world (the importance and

- conservation of invertebrates). *Conservation Biology* **1**:344-346.
- 79 Powney, G. D., Carvell, C., Edwards, M., Morris, R. K. A., Roy, H. E., *et al.* (2019). Widespread losses of pollinating insects in Britain. *Nature Communications* **10**:1-6. doi: 10.1038/s41467-019-08974-9.
- 80 Bell, J. R., Blumgart, D., and Shortall, C. R. (2020). Are insects declining and at what rate? An analysis of standardised, systematic catches of aphid and moth abundances across Great Britain. *Insect Conservation and Diversity* **13**:115-126. doi: 10.1111/icad.12412.
- 81 Brooks, D. R., Bater, J. E., Clark, S. J., Monteith, D. T., Andrews, C., *et al.* (2012). Large carabid beetle declines in a United Kingdom monitoring network increases evidence for a widespread loss in insect biodiversity. *Journal of Applied Ecology* **49**:1009-1019. doi: 10.1111/j.1365-2664.2012.02194.x.
- 82 Cameron, S. A., Lozier, J. D., Strange, J. P., Koch, J. B., Cordes, N., *et al.* (2011). Patterns of widespread decline in North American bumble bees. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **108**:662-667. doi: 10.1073/pnas.1014743108.
- 83 Seibold, S., Gossner, M. M., Simons, N. K., Blüthgen, N., Müller, J., *et al.* (2019). Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature* **574**:671-674. doi: 10.1038/s41586-019-1684-3.
- 84 Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., *et al.* (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLOS ONE* **12**:e0185809.
- 85 van Klink, R., Bowler, D. E., Gongalsky, K. B., Swengel, A. B., Gentile, A., *et al.* (2020). Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances. *Science* **368**:417-420. doi: 10.1126/science.aax9931.
- 86 Biesmeijer, J. C., Roberts, S. P. M., Reemer, M., Ohlemüller, R., Edwards, M., *et al.* (2006). Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science* **313**:351-354. doi: 10.1126/science.1127863.
- 87 Fox, R., Oliver, T. H., Harrower, C., Parsons, M. S., Thomas, C. D., *et al.* (2014). Long-term changes to the frequency of occurrence of British moths are consistent with opposing and synergistic effects of climate and land-use changes. *Journal of Applied Ecology* **51**:949-957. doi: 10.1111/1365-2664.12256.
- 88 Habel, J. C., Trusch, R., Schmitt, T., Ochse, M., and Ulrich, W. (2019). Long-term large-scale decline in relative abundances of butterfly and burnet moth species across south-western Germany. *Scientific Reports* **9**:1-9. doi: 10.1038/s41598-019-51424-1.
- 89 van Swaay, C. A. M., Dennis, E. B., Schmucki, R., Sevilleja, C., Balalaikins, M., *et al.* (2019). *The EU butterfly indicator for grassland species: 1990-2017: Technical report*. Butterfly Conservation Europe & ABLE/eBMS. <www.butterfly-monitoring.net>.
- 90 van Swaay, C. A. M., van Strien, A. J., Aghababayan, K., Åström, S., Botham, M., *et al.* (2016). *The European Butterfly indicator for grassland species 1990-2015*. De Vlinderstichting, Wageningen.
- 91 van Strien, A. J., van Swaay, C. A. M., van Strien-van Liempt, W. T. F. H., Poot, M. J. M., and WallisDeVries, M. F. (2019). Over a century of data reveal more than 80% decline in butterflies in the Netherlands. *Biological Conservation* **234**:116-122. doi: 10.1016/j.biocon.2019.03.023.
- 92 Wepprich, T., Adrion, J. R., Ries, L., Wiedmann, J., and Haddad, N. M. (2019). Butterfly abundance declines over 20 years of systematic monitoring in Ohio, USA. *PLOS ONE* **14**:1-21. doi: 10.1371/journal.pone.0216270.
- 93 Lister, B. C., and Garcia, A. (2018). Climate-driven declines in arthropod abundance restructure a rainforest food web. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **115**:E10397-E10406. doi: 10.1073/pnas.1722477115.
- 94 Grøtan, V., Lande, R., Engen, S., Sæther, B. E., and Devries, P. J. (2012). Seasonal cycles of species diversity and similarity in a tropical butterfly community. *Journal of Animal Ecology* **81**:714-723. doi: 10.1111/j.1365-2656.2011.01950.x.
- 95 Valtonen, A., Molleman, F., Chapman, C. A., Carey, J. R., Ayres, M. P., *et al.* (2013). Tropical phenology: Bi-annual rhythms and interannual variation in an Afrotropical butterfly assemblage. *Ecosphere* **4**:1-28. doi: 10.1890/ES12-00338.1.
- 96 Roubik, D. W. (2001). Ups and downs in pollinator populations: When is there a decline? *Ecology and Society* **5**:1-14.
- 97 Ellis, E. C., Kaplan, J. O., Fuller, D. Q., Vavrus, S., Klein Goldewijk, K., *et al.* (2013). Used planet: A global history. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **110**:7978-7985. doi: 10.1073/pnas.1217241110.

- 98 Lamarre, G. P. A., Fayle, T. M., Segar, S. T., Laird-Hopkins, B. C., Nakamura, A., *et al.* (2020). Chapter Eight – Monitoring tropical insects in the 21st century. Pages 295-330 in Dumbrell, A. J., Turner, E. C., and Fayle, T. M., editors. *Advances in Ecological Research*. Academic Press.
- 99 Anderson-Teixeira, K. J., Davies, S. J., Bennett, A. C., Gonzalez-Akre, E. B., Muller-Landau, H. C., *et al.* (2015). CTFS-ForestGEO: A worldwide network monitoring forests in an era of global change. *Global Change Biology* **21**:528-549. doi: 10.1111/gcb.12712.
- 100 Macgregor, C. J., Williams, J. H., Bell, J. R., and Thomas, C. D. (2019). Moth biomass increases and decreases over 50 years in Britain. *Nature Ecology & Evolution* **3**:1645-1649. doi: 10.1038/s41559-019-1028-6.
- 101 Didham, R. K., Basset, Y., Collins, C. M., Leather, S. R., Littlewood, N. A., *et al.* (2020). Interpreting insect declines: Seven challenges and a way forward. *Insect Conservation and Diversity* **13**:103-114. doi: 10.1111/icad.12408.
- 102 Grames, E., Montgomery, G. A., Haddaway, N. R., Dicks, L. V., Elphick, C. S., *et al.* (2019). Trends in global insect abundance and biodiversity: A community-driven systematic map protocol. *Open Science Framework* (osf.io/uxk4a) doi: 10.17605/OSF.IO/Q63UY.
- 103 Grames, E., Montgomery, G., Haddaway, N., Elphick, C., and Wagner, D. (2020). *EntoGEM*. <<https://entogem.github.io>>.
- 104 Forister, M. L., Pelton, E. M., and Black, S. H. (2019). Declines in insect abundance and diversity: We know enough to act now. *Conservation Science and Practice* **1**:e80. doi: 10.1111/csp2.80.
- 105 Janzen, D. H., and Hallwachs, W. (2019). Perspective: Where might be many tropical insects? *Biological Conservation* **233**:102-108. doi: 10.1016/j.biocon.2019.02.030.
- 106 Collen, B., Whitton, F., Dyer, E. E., Baillie, J. E., Cumberlidge, N., *et al.* (2014). Global patterns of freshwater species diversity, threat and endemism. *Global Ecology and Biogeography* **23**:40-51. doi: 10.1111/geb.12096.
- 107 WWF/ZSL. (2020). The Living Planet Index database. <www.livingplanetindex.org>.
- 108 Dudgeon, D., Arthington, A. H., Gessner, M. O., Kawabata, Z.-I., Knowler, D. J., *et al.* (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews* **81**:163-182. doi: 10.1017/s1464793105006950.
- 109 Koehnken, L., Rintoul, M. S., Goichot, M., Tickner, D., Loftus, A.-C., *et al.* (2020). Impacts of riverine sand mining on freshwater ecosystems: A review of the scientific evidence and guidance for future research. *River Research and Applications* **36**:362-370. doi: 10.1002/rra.3586.
- 110 Abell, R., Lehner, B., Thieme, M., and Linke, S. (2017). Looking beyond the fenceline: Assessing protection gaps for the world's rivers. *Conservation Letters* **10**:384-394. doi: 10.1111/conl.12312.
- 111 Darwall, W. R. T., Bremerich, V., De Wever, A., Dell, A. I., Freyhof, J., *et al.* (2018). The alliance for freshwater life: A global call to unite efforts for freshwater biodiversity science and conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **28**:1015-1022. doi: 10.1002/aqc.2958.
- 112 Harrison, I., Abell, R., Darwall, W. R. T., Thieme, M. L., Tickner, D., *et al.* (2018). The freshwater biodiversity crisis. *Science* **362**:1369-1369. doi: 10.1126/science.aav9242.
- 113 Darwall, W. R. T., Holland, R. A., Smith, K. G., Allen, D., Brooks, E. G. E., *et al.* (2011). Implications of bias in conservation research and investment for freshwater species. *Conservation Letters* **4**:474-482. doi: 10.1111/j.1755-263X.2011.00202.x.
- 114 Ripple, W. J., Wolf, C., Newsome, T. M., Betts, M. G., Ceballos, G., *et al.* (2019). Are we eating the world's megafauna to extinction? *Conservation Letters* **12**:e12627. doi: 10.1111/conl.12627.
- 115 Cardillo, M., Mace, G. M., Jones, K. E., Bielby, J., Bininda-Emonds, O. R. P., *et al.* (2005). Multiple causes of high extinction risk in large mammal species. *Science* **309**:1239-1241. doi: 10.1126/science.1116030.
- 116 He, F., Zarfl, C., Bremerich, V., Henshaw, A., Darwall, W., *et al.* (2017). Disappearing giants: a review of threats to freshwater megafauna. *WIREs Water* **4**:e1208. doi: 10.1002/wat2.1208.
- 117 He, F., Zarfl, C., Bremerich, V., David, J. N. W., Hogan, Z., *et al.* (2019). The global decline of freshwater megafauna. *Global Change Biology* **25**:3883-3892.

- doi: 10.1111/gcb.14753.
- 118 Ngor, P. B., McCann, K. S., Grenouillet, G., So, N., McMeans, B. C., *et al.* (2018). Evidence of indiscriminate fishing effects in one of the world's largest inland fisheries. *Scientific Reports* **8**:8947. doi: 10.1038/s41598-018-27340-1.
 - 119 Carrizo, S. F., Jähnig, S. C., Bremerich, V., Freyhof, J., Harrison, I., *et al.* (2017). Freshwater megafauna: Flagships for freshwater biodiversity under threat. *BioScience* **67**:919-927. doi: 10.1093/biosci/bix099.
 - 120 Halley, D. J. (2011). Sourcing Eurasian beaver *Castor fiber* stock for reintroductions in Great Britain and Western Europe. *Mammal Review* **41**:40-53. doi: 10.1111/j.1365-2907.2010.00167.x.
 - 121 Gilyarov, M. S. (1949). *Osobennosti pochvy kak sredy obitaniya i ee znachenie v evolyutsii nasekomykh (The features of soil as an environment and its significance for the evolution of insects)*. Akad. Nauk. SSSR, Moscow.
 - 122 Wallwork, J. A. (1976). *The distribution and diversity of soil fauna*. Academic Press, London, New York and San Francisco.
 - 123 FAO. (2020). *State of knowledge of soil biodiversity - Status, challenges and potentialities*. In preparation. FAO, Rome.

Chapitre 2 : Notre monde en 2020

- 1 World Bank. (2017). *World Bank open data*. <<https://data.worldbank.org/>>.
- 2 IPBES. (2019). *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Díaz, S., Settele, J., Brondízio E. S., Ngo, H. T., Guèze, M., *et al.*, editors. IPBES secretariat, Bonn, Germany.
- 3 UN. (2014). *Population facts – Our urbanizing world. No. 2014/3*. United Nations Department of Economic and Social Affairs website. United Nations (UN). <https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/popfacts/PopFacts_2014-3.pdf>.
- 4 UN. (2017). *Population and vital statistics report statistical papers series A Vol. LXIX*. UN Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division, editor. United Nations (UN). New York, USA.
- 5 OECD/FAO. (2015). *OECD-FAO Agricultural outlook 2015*. OECD Publishing, Paris.
- 6 UNDP. (2019). *Human development report 2019. Beyond income, beyond averages, beyond today: Inequalities in human development in the 21st century*. Conceição, P. editor. United Nations Development Programme (UNDP), New York, USA. <<http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2019.pdf>>.
- 7 World Bank. (2018). *World Bank open data*. <<https://data.worldbank.org/>>.
- 8 Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H. T., Agard, J., *et al.* (2019). Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. *Science* **366**:eaax3100. doi: 10.1126/science.aax3100.
- 9 Folke, C., Österblom, H., Jouffray, J.-B., Lambin, E. F., Adger, W. N., *et al.* (2019). Transnational corporations and the challenge of biosphere stewardship. *Nature Ecology & Evolution* **3**:1396-1403. doi: 10.1038/s41559-019-0978-z.
- 10 Galaz, V., Crona, B., Dauriach, A., Jouffray, J.-B., Österblom, H., *et al.* (2018). Tax havens and global environmental degradation. *Nature Ecology & Evolution* **2**:1352-1357. doi: 10.1038/s41559-018-0497-3.
- 11 OECD. (2005). *Environmentally harmful subsidies: Challenges for reform*. OECD Publishing, Paris.
- 12 O'Rourke, D., and Lollo, N. (2015). Transforming consumption: From decoupling, to behavior change, to system changes for sustainable consumption. *Annual Review of Environment and Resources* **40**:233-259. doi: 10.1146/annurev-environ-102014-021224.
- 13 Minang, P. A. (2018). Values, Incentives, and Environmentalism in Ecosystem Services. Page 302 in Lele, S., Brondizio, E. S., Byrne, J., Mace, G. M., and Martinez-Alier, J., editors. *Rethinking environmentalism: Linking justice, sustainability, and diversity*. MIT Press, Cambridge, Mass.
- 14 Pfaff, A., Robalino, J., Lima, E., Sandoval, C., and Herrera, L. D. (2014). Governance, location and avoided deforestation from protected areas: Greater restrictions can have lower impact, due to differences in location. *World Development* **55**:7-20. doi: 10.1016/j.worlddev.2013.01.011.
- 15 IPBES. (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem*

- services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES secretariat, Bonn, Germany.
- 16 Kroodisma, D. A., Mayorga, J., Hochberg, T., Miller, N. A., Boerder, K., *et al.* (2018). Tracking the global footprint of fisheries. *Science* **359**:904. doi: 10.1126/science.aao5646.
 - 17 UNCTAD. (2017). *Review of maritime transport*. UNCTAD/RMT. UN, New York and Geneva.
 - 18 Hewitt, C. L., Gollasch, S., and Minchin, D. (2009). The vessel as a vector – Biofouling, ballast water and sediments. Pages 117-131 in Rilov, G. and Crooks, J. A., editors. *Biological Invasions in Marine Ecosystems: Ecological, Management, and Geographic Perspectives*. Springer, Berlin, Heidelberg.
 - 19 Lodge, D. M., Williams, S., MacIsaac, H. J., Hayes, K. R., Leung, B., *et al.* (2006). Biological invasions: Recommendations for U.S. policy and management. *Ecological Applications* **16**:2035-2054. doi: 10.1890/1051-0761(2006)016[2035:birfup]2.o.co;2.
 - 20 Seebens, H., Blackburn, T. M., Dyer, E. E., Genovesi, P., Hulme, P. E., *et al.* (2017). No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nature Communications* **8**:14435. doi: 10.1038/ncomms14435.
 - 21 Simberloff, D., Martin, J.-L., Genovesi, P., Maris, V., Wardle, D. A., *et al.* (2013). Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends in Ecology & Evolution* **28**:58-66. doi: 10.1016/j.tree.2012.07.013.
 - 22 IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Pachauri, R. K., Meyer, L. A., editors. Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland.
 - 23 Wackernagel, M., Cranston, G., Morales, J. C., and Galli, A. (2014). Ecological Footprint accounts in Atkinson, G., Dietz, S., Neumayer, E., and Agarw, M., editors. *Handbook of sustainable development: Second revised edition*. Edward Elgar Publishing.
 - 24 Lin, D., Galli, A., Borucke, M., Lazarus, E., Grunewald, N., *et al.* (2015). Tracking supply and demand of biocapacity through Ecological Footprint accounting. Pages 179-200 in Dewulf, J., De Meester, S., and Alvarenga, R., editors. *Sustainability Assessment of Renewables-Based Products: Methods and Case Studies*. Wiley.
 - 25 Lin, D., Hanscom, L., Murthy, A., Galli, A., Evans, M., *et al.* (2018). Ecological Footprint accounting for countries: Updates and results of the National Footprint accounts, 2012-2018. *Resources* **7** doi: 10.3390/resources7030058.
 - 26 Wackernagel, M., Galli, A., Hanscom, L., Lin, D., Mailhes, L., *et al.* (2018). Ecological Footprint accounting: Criticisms and applications. Pages 521-539 in Bell, S. J., and Morse, S., editors. *Routledge handbook of sustainability indicators*. Routledge..
 - 27 Wackernagel, M., Galli, A., Hanscom, L., Lin, D., Mailhes, L., *et al.* (2018). Ecological Footprint accounting: Principles. Pages 244-264 in Bell, S. J., and Morse, S., editors. *Routledge handbook of sustainability indicators*. Routledge.
 - 28 Wackernagel, M., and Beyers, B. (2019). *Ecological Footprint: Managing the biocapacity budget*. New Society Publishers, Gabriola Island.
 - 29 Wackernagel, M., Lin, D., Evans, M., Hanscom, L., and Raven, P. (2019). Defying the footprint oracle: Implications of country resource trends. *Sustainability* **11**:Pages 21-64. Doi: 10.3390/su11072164.
 - 30 Global Footprint Network. (2019). National Footprint accounts 2019 edition. <<http://www.footprintnetwork.org/>>.
 - 31 Global Footprint Network. (2020). *Calculating Earth overshoot day 2020: Estimates point to August 22nd*. Lin, D., Wambersie, L., Wackernagel, M., and Hanscom, P., editors. Global Footprint Network, Oakland. <www.overshootday.org/2020-calculation> for data see <<http://data.footprintnetwork.org>>.
 - 32 Peters, G. P., Marland, G., Le Quééré, C., Boden, T., Canadell, J. G., *et al.* (2012). Rapid growth in CO2 emissions after the 2008-2009 global financial crisis. *Nature Climate Change* **2**:2-4. doi: 10.1038/nclimate1332.
 - 33 Galli, A., Halle, M., and Grunewald, N. (2015). Physical limits to resource access and utilisation and their economic implications in Mediterranean economies. *Environmental Science & Policy* **51**:125-136. doi: 10.1016/j.envsci.2015.04.002.
 - 34 Mancini, M. S., Galli, A., Niccolucci, V., Lin, D., Bastianoni, S., *et al.* (2016). Ecological Footprint: Refining the carbon footprint calculation. *Ecological Indicators* **61**:390-403. doi: 10.1016/j.ecolind.2015.09.040.

- 35 Galli, A., Weinzettel, J., Cranston, G., and Ercin, E. (2013). A Footprint Family extended MRIO model to support Europe's transition to a One Planet Economy. *Science of The Total Environment* **461-462**:813-818. doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.11.071.
- 36 Galli, A., Iha, K., Moreno Pires, S., Mancini, M. S., Alves, A., et al. (2020). Assessing the Ecological Footprint and biocapacity of Portuguese cities: Critical results for environmental awareness and local management. *Cities* **96**:102442. doi: 10.1016/j.cities.2019.102442.
- 37 Galli, A., Wackernagel, M., Iha, K., and Lazarus, E. (2014). Ecological Footprint: Implications for biodiversity. *Biological Conservation* **173**:121-132. doi: 10.1016/j.biocon.2013.10.019.
- 38 Wackernagel, M., Hanscom, L., and Lin, D. (2017). Making the sustainable development goals consistent with sustainability. *Frontiers in Energy Research* **5** doi: 10.3389/fenrg.2017.00018.
- 39 FAO. (2019). *The state of the world's biodiversity for food and agriculture*. Bélanger, J. and Pilling, D., editors. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments, Rome. <<http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>>.
- 40 IPCC. (2019). *Climate Change and Land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Shukla, P. R., Skea, J., Buendia, E. C., Masson-Delmotte, V., Pörtner, H.-O., et al., editors. In Press.
- 41 Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., et al. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* **347**:1259855. doi: 10.1126/science.1259855.
- 42 Power, A. G. (2010). Ecosystem services and agriculture: Tradeoffs and synergies. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* **365**:2959-2971. doi: 10.1098/rstb.2010.0143.
- 43 HLPE. (2017). *Sustainable forestry for food security and nutrition: A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition (HLPE)*. FAO, Rome.
- 44 Kremen, C., and Merenlender, A. M. (2018). Landscapes that work for biodiversity and people. *Science* **362**:eaau6020. doi: 10.1126/science.aau6020.
- 45 Wright, H. L., Lake, I. R., and Dolman, P. M. (2012). Agriculture – A key element for conservation in the developing world. *Conservation Letters* **5**:11-19. doi: 10.1111/j.1755-263X.2011.00208.x.
- 46 Fagan, W. F., and Holmes, E. E. (2006). Quantifying the extinction vortex. *Ecology Letters* **9**:51-60. doi: 10.1111/j.1461-0248.2005.00845.x.
- 47 Driscoll, D. A., Banks, S. C., Barton, P. S., Lindenmayer, D. B., and Smith, A. L. (2013). Conceptual domain of the matrix in fragmented landscapes. *Trends in Ecology & Evolution* **28**:605-613. doi: 10.1016/j.tree.2013.06.010.
- 48 Dawson, I. K., Park, S. E., Attwood, S. J., Jamnadass, R., Powell, W., et al. (2019). Contributions of biodiversity to the sustainable intensification of food production. *Global Food Security* **21**:23-37. doi: 10.1016/j.gfs.2019.07.002.
- 49 FAO. (2018). *The 10 elements of Agro-ecology. Guiding the transition to sustainable food and agricultural systems*. FAO, Rome. <<http://www.fao.org/3/i9037en/i9037en.pdf>>.
- 52 FAO. (2011). *Global food losses and food waste – Extent, causes, and prevention*. FAO, Rome.
- 53 Searchinger, T., Waite, R., Hanson, C., and Ranganathan, J. (2018). Creating a sustainable food future. *A menu of solutions to feed nearly 10 billion people by 2050*. Matthews, E., editor. World Resources Institute (WRI), Washington, DC.
- 54 Ritchie, H. (2020). *Food waste is responsible for 6% of global greenhouse gas emissions*. Our World in Data. <<https://ourworldindata.org/food-waste-emissions>>.
- 55 World Resources Institute (WRI). (2018). Climate Watch. Washington, DC. <<https://www.climatewatchdata.org>>.
- 56 Ge, M., and Friedrich, J. (2020). *4 charts explain greenhouse gas emissions by countries and sectors*. World Resources Institute (WSI). <<https://www.wri.org/blog/2020/02/greenhouse-gas-emissions-by-country-sector>>.
- 57 Poore, J., and Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science* **360**:987-992. doi: 10.1126/science.aaq0216.

- 58 iPES Food. (2020). *COVID-19 and the crisis in food systems: Symptoms, causes, and potential solutions. Communiqué by IPES-Food, April 2020.* The International Panel of Experts on Sustainable Food Systems (iPES). <http://www.ipes-food.org/_img/upload/files/COVID-19_CommuniqueEN%283%29.pdf>.
- 59 World Economic Forum. (2020). *COVID-19 is causing a global food crisis. This is how to address it.* World Economic Forum in collaboration with Thomson Reuters Foundation trust.org. <<https://www.weforum.org/agenda/2020/05/global-food-chains-disruption-covid19/>>.
- 60 FAO. (2020). *Sustainable Development Goals. Indicator 12.3.1 – Global food loss and waste.* <<http://www.fao.org/sustainable-development-goals/indicators/1231/en/>>.
- 61 FAO. (2020). *Technical platform on the measurement and reduction of food loss and waste. Agenda 2030 and the Global Food Loss Index.* <<http://www.fao.org/platform-food-loss-waste/food-loss/food-loss-measurement/en/>>.
- 62 Maxwell, S., Fuller, R., Brooks, T., and Watson, J. (2016). Biodiversity: The ravages of guns, nets and bulldozers. *Nature* **536**:143-145. doi: 10.1038/536143a.
- 63 Barlow, J., França, F., Gardner, T. A., Hicks, C. C., Lennox, G. D., et al. (2018). The future of hyperdiverse tropical ecosystems. *Nature* **559**:517-526. doi: 10.1038/s41586-018-0301-1.
- 64 Bellard, C., Cassey, P., and Blackburn, T. M. (2016). Alien species as a driver of recent extinctions. *Biology Letters* **12**:20150623. doi: 10.1098/rsbl.2015.0623.
- 65 Ritchie, H., and Roser, M. (2019). *Land Use.* <<https://ourworldindata.org/land-use>>.
- 66 Newbold, T., Scharlemann, J. P. W., Butchart, S. H. M., Şekercioğlu, Ç. H., Alkemade, R., et al. (2013). Ecological traits affect the response of tropical forest bird species to land-use intensity. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **280**:201122131. doi: 10.1098/rspb.2012.2131.
- 67 Newbold, T., Hudson, L. N., Contu, S., Hill, S. L. L., Beck, J., et al. (2018). Widespread winners and narrow-ranged losers: Land use homogenizes biodiversity in local assemblages worldwide. *PLOS Biology* **16**:e2006841. doi: 10.1371/journal.pbio.2006841.
- 68 Williams, J. J., and Newbold, T. (2020). Local climatic changes affect biodiversity responses to land use: A review. *Diversity and Distributions* **26**:76-92. doi: 10.1111/ddi.12999.
- 69 Newbold, T., Hudson, L. N., Hill, S. L. L., Contu, S., Lysenko, I., et al. (2015). Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature* **520**:45-50. doi: 10.1038/nature14324.
- 70 García-Vega, D., and Newbold, T. (2020). Assessing the effects of land use on biodiversity in the world's drylands and Mediterranean environments. *Biodiversity and Conservation* **29**:393-408. doi: 10.1007/s10531-019-01888-4.
- 71 Schmitz, C., van Meijl, H., Kyle, P., Nelson, G. C., Fujimori, S., et al. (2014). Land-use change trajectories up to 2050: Insights from a global agro-economic model comparison. *Agricultural Economics* **45**:69-84. doi: 10.1111/agec.12090.
- 72 Dainese, M., Martin, E. A., Aizen, M. A., Albrecht, M., Bartomeus, I., et al. (2019). A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. *Science Advances* **5** doi: 10.1101/554170.
- 73 IPCC. (2019). *Summary for policymakers. In: IPCC special report on the ocean and cryosphere in a changing climate.* Pörtner, H.-O., Roberts, D. C., Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Tignor, M., et al., editors. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA.
- 74 Williams, B. A., Venter, O., Allan, J. R., Atkinson, S. C., Rehbein, J. A., et al. (2020). Change in terrestrial human footprint drives continued loss of intact ecosystems. *OneEarth (In review)* doi: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3600547>.
- 75 Watson, J. E. M., and Venter, O. (2019). Mapping the continuum of humanity's footprint on land. *One Earth* **1**:175-180. doi: 10.1016/j.oneear.2019.09.004.
- 76 Venter, O., Sanderson, E. W., Magrath, A., Allan, J. R., Beher, J., et al. (2016). Global terrestrial Human Footprint maps for 1993 and 2009. *Scientific Data* **3**:160067. doi: 10.1038/sdata.2016.67.
- 77 Martin, T. G., and Watson, J. E. M. (2016). Intact ecosystems provide best defence against climate change. *Nature Climate Change* **6**:122-124. doi: 10.1038/nclimate2918.

- 78 Crouzeilles, R., Curran, M., Ferreira, M. S., Lindenmayer, D. B., Grelle, C. E. V., *et al.* (2016). A global meta-analysis on the ecological drivers of forest restoration success. *Nature Communications* **7**:11666. doi: 10.1038/ncomms11666.
- 79 Halpern, B. S., Walbridge, S., Selkoe, K. A., Kappel, C. V., Micheli, F., *et al.* (2008). A global map of human impact on marine ecosystems. *Science* **319**:948-952. doi: 10.1126/science.1149345.
- 80 Jones, K. R., Klein, C. J., Halpern, B. S., Venter, O., Grantham, H., *et al.* (2018). The location and protection status of Earth's diminishing marine wilderness. *Current Biology* **28**:2506-2512.e2503. doi: 10.1016/j.cub.2018.06.010.
- 81 Ramirez-Llodra, E., Tyler, P. A., Baker, M. C., Bergstad, O. A., Clark, M. R., *et al.* (2011). Man and the last great wilderness: Human impact on the deep sea. *PLOS ONE* **6**:e22588. doi: 10.1371/journal.pone.0022588.
- 82 Halpern, B. S., Frazier, M., Potapenko, J., Casey, K. S., Koenig, K., *et al.* (2015). Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean. *Nature Communications* **6**:7615. doi: 10.1038/ncomms8615.
- 83 FAO. (2020). *The state of world fisheries and aquaculture 2020. Sustainability in action*. Rome. doi: 10.4060/ca9229en.
- 84 Ferrario, F., Beck, M. W., Storlazzi, C. D., Micheli, F., Shepard, C. C., *et al.* (2014). The effectiveness of coral reefs for coastal hazard risk reduction and adaptation. *Nature Communications* **5**:3794. Doi: 10.1038/ncomms4794.
- 85 FAO. (2018). *The state of world fisheries and aquaculture 2018. Meeting the sustainable development goals*. FAO, Rome. <<http://www.fao.org/3/19540en/I9540EN.pdf>>.
- 86 Ortuño Crespo, G., and Dunn, D. C. (2017). A review of the impacts of fisheries on open-ocean ecosystems. *ICES Journal of Marine Science* **74**:2283-2297. Doi: 10.1093/icesjms/ifsx084.
- 87 Poloczanska, E. S., Burrows, M. T., Brown, C. J., García Molinos, J., Halpern, B. S., *et al.* (2016). Responses of marine organisms to climate change across oceans. *Frontiers in Marine Science* **3** doi: 10.3389/fmars.2016.00062.
- 88 Pinsky, M. L., Selden, R. L., and Kitchel, Z. J. (2020). Climate-driven shifts in marine species ranges: Scaling from organisms to communities. *Annual Review of Marine Science* **12**:153-179. Doi: 10.1146/annurev-marine-010419-010916.
- 89 Hughes, T. P., Kerry, J. T., Álvarez-Noriega, M., Álvarez-Romero, J. G., Anderson, K. D., *et al.* (2017). Global warming and recurrent mass bleaching of corals. *Nature* **543**:373-377. Doi: 10.1038/nature21707.
- 90 Lotze, H. K., Tittensor, D. P., Bryndum-Buchholz, A., Eddy, T. D., Cheung, W. W. L., *et al.* (2019). Global ensemble projections reveal trophic amplification of ocean biomass declines with climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **116**:12907-12912. Doi: 10.1073/pnas.1900194116.
- 91 Tittensor, D. P., Beger, M., Boerder, K., Boyce, D. G., Cavanagh, R. D., *et al.* (2019). Integrating climate adaptation and biodiversity conservation in the global ocean. *Science Advances* **5**:eaay9969. Doi: 10.1126/sciadv.aay9969.
- 92 Record, N. R., Runge, J. A., Pendleton, D. E., Balch, W. M., Davies, K. T. A., *et al.* (2019). Rapid climate-driven circulation changes threaten conservation of endangered North Atlantic right whales. *Oceanography* **32**:162-169. Doi: 10.5670/oceanog.2019.201.
- 93 Pinsky, M. L., Reygondeau, G., Caddell, R., Palacios-Abrantes, J., Spijkers, J., *et al.* (2018). Preparing ocean governance for species on the move. *Science* **360**:1189-1191. doi: 10.1126/science.aat2360.
- 94 IPCC. (2019). *IPCC special report on the ocean and cryosphere in a changing climate*. Pörtner, H.-O., Roberts, D. C., Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Tignor, M., *et al.*, editors. Intergovernmental Panel on Climate Change. In press.
- 95 García Molinos, J., Halpern, B. S., Schoeman, D. S., Brown, C. J., Kiessling, W., *et al.* (2016). Climate velocity and the future global redistribution of marine biodiversity. *Nature Climate Change* **6**:83-88. doi: 10.1038/nclimate2769.
- 96 Froehlich, H. E., Gentry, R. R., and Halpern, B. S. (2018). Global change in marine aquaculture production potential under climate change. *Nature Ecology & Evolution* **2**:1745-1750. doi: 10.1038/s41559-018-0669-1.
- 97 UN. (2020). *Department of Economic and Social Affairs/resources website*. United Nations. <<https://www.un.org/development/desa/dpad/resources.html>>.
- 98 Secretariat of the Convention on Biological Diversity (CBD). (2014). *Global Biodiversity Outlook 4*. Montréal.
- 99 Independent Group of Scientists appointed by the Secretary-General Global

- Sustainable Development Report (GSDR). (2019). *The future is now – Science for achieving sustainable development*. United Nations (UN), New York.
- 100 OECD. (2018). *Mainstreaming biodiversity for sustainable development*. OECD Publishing, Paris. doi: 10.1787/9789264303201-en.
- 101 Campbell, B. M., Beare, D. J., Bennett, E. M., Hall-Spencer, J. M., Ingram, J. S. I., *et al.* (2017). Agriculture production as a major driver of the Earth system exceeding planetary boundaries. *Ecology and Society* **22**:8. doi: 10.5751/ES-09595-220408.
- 102 Gerten, D., Hoff, H., Rockström, J., Jägermeyr, J., Kummu, M., *et al.* (2013). Towards a revised planetary boundary for consumptive freshwater use: Role of environmental flow requirements. *Current Opinion in Environmental Sustainability* **5**:551-558. doi: 10.1016/j.cosust.2013.11.001.
- 103 ELD Initiative. (2015). *The value of land: Prosperous lands and positive rewards through sustainable land management*. The Economics of Land Degradation (ELD) Initiative, Bonn
- 104 FAO. (2019). *The state of food and agriculture 2019. Moving forward on food loss and waste reduction*. FAO, Rome. <<http://www.fao.org/3/ca6030en/ca6030en.pdf>>.
- 105 FAO, IFAD, UNICEF, WFP, and WHO. (2020). *The state of food security and nutrition in the world 2020. Transforming food systems for affordable healthy diets*. FAO, Rome. <<http://www.fao.org/3/ca9692en/CA9692EN.pdf>>.

Chapitre 3 : L'homme et la nature sont interconnectés

- 1 Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R. T., *et al.* (2018). Assessing nature's contributions to people. *Science* **359**:270-272. doi: 10.1126/science.aap8826.
- 2 Johnson, C. N., Balmford, A., Brook, B. W., Buettel, J. C., Galetti, M., *et al.* (2017). Biodiversity losses and conservation responses in the Anthropocene. *Science* **356**:270-275. doi: 10.1126/science.aam9317.
- 3 Meynard, C. N., Lecoq, M., Chapuis, M.-P., and Piou, C. (2020). On the relative role of climate change and management in the current desert locust outbreak in East Africa. *Global Change Biology* doi: 10.1111/gcb.15137.
- 4 NASA Earth Observatory. (2019). *Heatwave in India*. Accessed 23rd June, 2020. <<https://earthobservatory.nasa.gov/images/145167/heatwave-in-india>>.
- 5 Walter, C. M., Schneider-Futschik, E. K., Knibbs, L. D., and Irving, L. B. (2020). Health impacts of bushfire smoke exposure in Australia. *Respirology* **25**:495-501. doi: 10.1111/resp.13798.
- 6 Lindenmayer, D. B., Kooyman, R. M., Taylor, C., Ward, M., and Watson, J. E. M. (2020). Recent Australian wildfires made worse by logging and associated forest management. *Nature Ecology & Evolution* doi: 10.1038/s41559-020-1195-5.
- 7 Rohr, J. R., Barrett, C. B., Civitello, D. J., Craft, M. E., Delius, B., *et al.* (2019). Emerging human infectious diseases and the links to global food production. *Nature Sustainability* **2**:445-456. doi: 10.1038/s41893-019-0293-3.
- 8 Jones, K. E., Patel, N. G., Levy, M. A., Storeygard, A., Balk, D., *et al.* (2008). Global trends in emerging infectious diseases. *Nature* **451**:990-993. doi: 10.1038/nature06536.
- 9 Allen, T., Murray, K. A., Zambrana-Torrel, C., Morse, S. S., Rondinini, C., *et al.* (2017). Global hotspots and correlates of emerging zoonotic diseases. *Nature Communications* **8**:1124. doi: 10.1038/s41467-017-00923-8.
- 10 Global Preparedness Monitoring Board. (2019). *A world at risk: annual report on global preparedness for health emergencies*. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- 11 Di Marco, M., Baker, M. L., Daszak, P., De Barro, P., Eskew, E. A., *et al.* (2020). Opinion: Sustainable development must account for pandemic risk. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **117**:3888-3892. doi: 10.1073/pnas.2001655117.
- 13 IPBES. (2019). *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H. T., Guèze, M., *et al.*, editors. IPBES secretariat, Bonn, Germany.
- 14 WHO/CBD. (2015). *Connecting global priorities: Biodiversity and human health*. World Health Organization (WHO) and Secretariat of the Convention

- on Biological Diversity (CDB), Geneva. <<https://www.who.int/globalchange/publications/biodiversity-human-health/en/>>.
- 15 UN IGME. (2019). *Levels & trends in child mortality: Report 2019, estimates developed by the United Nations Inter-agency Group for Child Mortality Estimation*. United Nations Inter-agency Group for Child Mortality Estimation (UN IGME). United Nations Children's Fund, New York.
 - 16 The World Bank Group. (2019). *Poverty headcount ratio at \$1.90 a day (2011 PPP) (% of population)*. Accessed 9th November, 2019. <<https://data.worldbank.org/indicator/SI.POV.DDAY>>.
 - 17 United Nations DESA Population Division. (2019). *World population prospects 2019, Online edition. Rev. 1*. Accessed 9th November, 2019. <<https://population.un.org/wpp/>>.
 - 18 Myers, S. S. (2017). Planetary health: protecting human health on a rapidly changing planet. *The Lancet* **390**:2860-2868. doi: 10.1016/S0140-6736(17)32846-5.
 - 19 Atanasov, A. G., Waltenberger, B., Pferschy-Wenzig, E.-M., Linder, T., Wawrosch, C., et al. (2015). Discovery and resupply of pharmacologically active plant-derived natural products: A review. *Biotechnology Advances* **33**:1582-1614. doi: 10.1016/j.biotechadv.2015.08.001.
 - 20 Motti, R., Bonanomi, G., Emrick, S., and Lanzotti, V. (2019). Traditional herbal remedies used in women's health care in Italy: A review. *Human Ecology* **47**:941-972. doi: 10.1007/s10745-019-00125-4.
 - 21 Whitmee, S., Haines, A., Beyrer, C., Boltz, F., Capon, A. G., et al. (2015). Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health. *The Lancet* **386**:1973-2028. doi: 10.1016/S0140-6736(15)60901-1.
 - 22 UNEP & ILRI. (2020). *Preventing the next pandemic: Zoonotic diseases and how to break the chain of transmission*. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.
 - 23 Andersen, K. G., Rambaut, A., Lipkin, W. I., Holmes, E. C., and Garry, R. F. (2020). The proximal origin of SARS-CoV-2. *Nature Medicine* **26**:450-452. doi: 10.1038/s41591-020-0820-9.
 - 24 Karesh, W. B., Dobson, A., Lloyd-Smith, J. O., Lubroth, J., Dixon, M. A., et al. (2012). Ecology of zoonoses: natural and unnatural histories. *The Lancet* **380**:1936-1945. doi: 10.1016/S0140-6736(12)61678-X.
 - 25 Grace, D., Mutua, F., Ochungo, P., Kruska, R., Jones, K., et al. (2012). *Mapping of poverty and likely zoonoses hotspots. Zoonoses Project 4. Report to the UK Department for International Development*. ILRI, Nairobi, Kenya. <<https://hdl.handle.net/10568/21161>>.
 - 26 Keesing, F., Belden, L. K., Daszak, P., Dobson, A., Harvell, C. D., et al. (2010). Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. *Nature* **468**:647-652. doi: 10.1038/nature09575.
 - 27 Patz, J. A., Daszak, P., Tabor, G. M., Aguirre, A. A., Pearl, M., et al. (2004). Unhealthy landscapes: Policy recommendations on land-use change and infectious disease emergence. *Environmental Health Perspectives* **112**:1092-1098. doi: 10.1289/ehp.6877.
 - 28 Shah, H. A., Huxley, P., Elmes, J., and Murray, K. A. (2019). Agricultural land-uses consistently exacerbate infectious disease risks in Southeast Asia. *Nature Communications* **10**:4299. doi: 10.1038/s41467-019-12333-z.
 - 29 Wiethoelter, A. K., Beltrán-Alerudo, D., Kock, R., and Mor, S. M. (2015). Global trends in infectious diseases at the wildlife-livestock interface. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **112**:9662-9667. doi: 10.1073/pnas.1422741112.
 - 30 Hahn, B. H., Shaw, G. M., De Cock, K. M., and Sharp, P. M. (2000). AIDS as a zoonosis: Scientific and public health implications. *Science* **287**:607-614. doi: 10.1126/science.287.5453.607.
 - 31 Guan, Y., Zheng, B. J., He, Y. Q., Liu, X. L., Zhuang, Z. X., et al. (2003). Isolation and characterization of viruses related to the SARS Coronavirus from animals in southern China. *Science* **302**:276-278. doi: 10.1126/science.1087139.
 - 32 Rouquet, P., Froment, J.-M., Bermejo, M., Kilbourn, A., Karesh, W., et al. (2005). Wild animal mortality monitoring and human Ebola outbreaks, Gabon and Republic of Congo, 2001-2003. *Emerging Infectious Diseases* **11**:283-290. doi: 10.3201/eid1102.040533.
 - 33 Fa, J. E., Peres, C. A., and Meeuwig, J. (2002). Bushmeat exploitation in tropical forests: An intercontinental comparison. *Conservation Biology* **16**:232-237. doi:

- 10.1046/j.1523-1739.2002.00275.x.
- 34 Nielsen, M. R., Pouliot, M., Meilby, H., Smith-Hall, C., and Angelsen, A. (2017). Global patterns and determinants of the economic importance of bushmeat. *Biological Conservation* **215**:277-287. doi: 10.1016/j.biocon.2017.08.036.
- 35 Ward Thompson, C. (2011). Linking landscape and health: The recurring theme. *Landscape and Urban Planning* **99**:187-195. doi: 10.1016/j.landurbplan.2010.10.006.
- 36 Kardan, O., Gozdyra, P., Mistic, B., Moola, F., Palmer, L. J., et al. (2015). Neighborhood greenspace and health in a large urban center. *Scientific Reports* **5**:11610. doi: 10.1038/srep11610.
- 37 Halonen, J. I., Kivimäki, M., Pentti, J., Stenholm, S., Kawachi, I., et al. (2014). Green and blue areas as predictors of overweight and obesity in an 8-year follow-up study. *Obesity* **22**:1910-1917. doi: 10.1002/oby.20772.
- 38 Astell-Burt, T., Feng, X., and Kolt, G. (2014). Is neighborhood green space associated with a lower risk of type 2 diabetes? Evidence from 267,072 Australians. *Diabetes Care* **37**:197-201. doi: 10.2337/dc13-1325.
- 39 Alcock, I., White, M., Cherrie, M., Wheeler, B., Taylor, J., et al. (2017). Land cover and air pollution are associated with asthma hospitalisations: A cross-sectional study. *Environment International* **109**:29-41. doi: 10.1016/j.envint.2017.08.009.
- 40 Mitchell, R. J., Richardson, E. A., Shortt, N. K., and Pearce, J. R. (2015). Neighborhood environments and socioeconomic inequalities in mental well-being. *American Journal of Preventive Medicine* **49**:80-84. doi: 10.1016/j.amepre.2015.01.017.
- 41 Gascon, M., Triguero-Mas, M., Martínez, D., Dadvand, P., Rojas-Rueda, D., et al. (2016). Residential green spaces and mortality: A systematic review. *Environment International* **86**:60-67. doi: 10.1016/j.envint.2015.10.013.
- 42 Wood, S. L., Demougin, P. R., Higgins, S., Husk, K., Wheeler, B. W., et al. (2016). Exploring the relationship between childhood obesity and proximity to the coast: A rural/urban perspective. *Health & Place* **40**:129-136. doi: 10.1016/j.healthplace.2016.05.010.
- 43 Dadvand, P., Sunyer, J., Alvarez-Pedrerol, M., Dalmau-Bueno, A., Esnaola, M., et al. (2017). Green spaces and spectacles use in schoolchildren in Barcelona. *Environmental Research* **152**:256-262. doi: 10.1016/j.envres.2016.10.026.
- 44 Maas, J., Verheij, R. A., Groenewegen, P. P., de Vries, S., and Spreeuwenberg, P. (2006). Green space, urbanity, and health: how strong is the relation? *Journal of Epidemiology and Community Health* **60**:587-592. doi: 10.1136/jech.2005.043125.
- 45 Dadvand, P., Nieuwenhuijsen, M. J., Esnaola, M., Forn, J., Basagaña, X., et al. (2015). Green spaces and cognitive development in primary schoolchildren. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **112**:7937-7942. doi: 10.1073/pnas.1503402112.
- 46 Mitchell, R., and Popham, F. (2007). Greenspace, urbanity and health: Relationships in England. *Journal of Epidemiology and Community Health* **61**:681-683. doi: 10.1136/jech.2006.053553.
- 47 Dadvand, P., de Nazelle, A., Triguero-Mas, M., Schembari, A., Cirach, M., et al. (2012). Surrounding greenness and exposure to air pollution during pregnancy: An analysis of personal monitoring data. *Environmental Health Perspectives* **120**:1286-1290. doi: 10.1289/ehp.1104609.
- 48 Agay-Shay, K., Peled, A., Crespo, A. V., Peretz, C., Amitai, Y., et al. (2014). Green spaces and adverse pregnancy outcomes. *Occupational and Environmental Medicine* **71**:562-569. doi: 10.1136/oemed-2013-101961.
- 49 Hystad, P., Davies Hugh, W., Frank, L., Van Loon, J., Gehring, U., et al. (2014). Residential greenness and birth outcomes: Evaluating the influence of spatially correlated built-environment factors. *Environmental Health Perspectives* **122**:1095-1102. doi: 10.1289/ehp.1308049.
- 50 Cherrie, M. P. C., Shortt, N. K., Mitchell, R. J., Taylor, A. M., Redmond, P., et al. (2018). Green space and cognitive ageing: A retrospective life course analysis in the Lothian Birth Cohort 1936. *Social Science & Medicine* **196**:56-65. doi: 10.1016/j.socscimed.2017.10.038.
- 51 Pearce, J., Cherrie, M., Shortt, N., Deary, I., and Ward Thompson, C. (2018). Life course of place: A longitudinal study of mental health and place. *Transactions of the Institute of British Geographers* **43**:555-572. doi: 10.1111/tran.12246.
- 52 Cherrie, M., Shortt, N., Ward Thompson, C., Deary, I., and Pearce, J. (2019). Association between the activity space exposure to parks in childhood

- and adolescence and cognitive aging in later life. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **16**:632. doi: 10.3390/ijerph16040632.
- 53 Rigolon, A., Browning, M. H. E. M., Lee, K., and Shin, S. (2018). Access to urban green space in cities of the global south: A systematic literature review. *Urban Sci.* **2**:67. doi: 10.3390/urbansci2030067.
- 54 Prüss-Üstün, A., Wolf, J., Corvalán, C., and Neira, M. (2016). *Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks*. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- 55 de Groot, W. T., Dedeurwaerdere, T., Bonaiuto, M., and Knippenberg, L. (2016). *Fostering committed action for nature*. Nijmegen: The BIOMOT project, ISIS, Faculty of Science, Radboud University Nijmegen, Netherlands.
- 56 van den Born, R. J. G., Arts, B., Admiraal, J., Beringer, A., Knights, P., et al. (2018). The missing pillar: Eudemonic values in the justification of nature conservation. *Journal of Environmental Planning and Management* **61**:841-856. doi: 10.1080/09640568.2017.1342612.
- 57 Guiney, M. S., and Oberhauser, K. S. (2009). Conservation volunteers' connection to nature. *Ecopsychology* **1**:187-197. doi: 10.1089/eco.2009.0030.
- 58 Molinario, E., Kruglanski, A. W., Bonaiuto, F., Bonnes, M., Cicero, L., et al. (2019). Motivations to act for the protection of nature biodiversity and the environment: A matter of "significance". *Environment and Behavior*:1-31. doi: 10.1177/0013916518824376.
- 59 Chawla, L. (2009). Growing up green: Becoming an agent of care for the natural world. *The Journal of Developmental Processes* **4**:16-23.
- 60 Louv, R. (2005). *Last child in the woods: Saving our children from nature-deficit disorder*. Algonquin Books of Chapel Hill, North Carolina.
- 61 Burgess, D. J., and Mayer-Smith, J. (2011). Listening to children: perceptions of nature. *Secondary Education* **3**.
- 62 FAO. (1996). Declaration on world food security. World Food Summit, Rome. <<http://www.fao.org/docrep/003/w3613e/w3613e00.HTM>>.
- 63 FAO, IFAD, UNICEF, WFP, and WHO. (2019). *The state of food security and nutrition in the world 2019. Safeguarding against economic slowdowns and downturns*. FAO, Rome. <<http://www.fao.org/3/ca5162en/ca5162en.pdf>>
- 64 FAO. (2019). *The state of the world's biodiversity for food and agriculture*. Bélanger, J. and Pilling, D., editors. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments, Rome. <<http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>>.
- 65 FAO. (2020). FAOSTAT. Rome. Accessed 18th February, 2020. <<http://www.fao.org/faostat/en/>>.
- 66 Boa, E. (2004). *Wild edible fungi. A global overview of their use and importance to people. Non-wood Forest Products 17*. FAO, Rome. <<http://www.fao.org/3/a-y5489e.pdf>>.
- 67 FAO. (2010). *The second report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture*. FAO, Rome. <<http://www.fao.org/docrep/013/i1500e/i1500e.pdf>>.
- 68 van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., et al. (2013). *Edible insects: Future prospects for food and feed security*. FAO Forestry Paper No. 171. FAO, Rome. <<http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e.pdf>>.
- 69 FAO. (2015). *The second report on the state of the world's animal genetic resources for food and agriculture*. Scherf, B. D. and Pilling, D. editors. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments, Rome. <<http://www.fao.org/3/a-i4787e.pdf>>.
- 70 Chang, S., and Wasser, S. (2017). *The cultivation and environmental impact of mushrooms*. Oxford University Press, New York.
- 71 Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research. (2017). Mansfeld's world database of agriculture and horticultural crops. Accessed 25th June, 2018. <<http://mansfeld.ipk-gatersleben.de/apex/f?p=185:3>>.
- 72 FAO. (2018). *The state of world fisheries and aquaculture 2018. Meeting the sustainable development goals*. FAO, Rome. <<http://www.fao.org/3/i9540en/i9540en.pdf>>.
- 73 FAO. (2018). *Fishery and aquaculture statistics. FishstatJ – Global production by Production Source 1950-2016*. FAO Fisheries and Aquaculture Department. <<http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>>.

- 74 FAO. (2019). *The state of the world's aquatic genetic resources for food and agriculture*. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments, Rome. <<http://www.fao.org/3/CA5256EN/CA5256EN.pdf>>.
- 75 FAO. (2019). DAD-IS – Domestic Animal Diversity Information System. Rome. Accessed 11th December, 2019. <<http://www.fao.org/dad-is/en/>>.
- 76 FAO. (2019). WIEWS – World Information and Early Warning System on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome. Accessed 11th December, 2019. <<http://www.fao.org/views/en/>>.
- 77 FAO. (2019). FAOSTAT. Rome. Accessed 11th December, 2019. <<http://www.fao.org/faostat/en/>>.
- 78 IUCN. (2019). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-3. Accessed 11th December, 2019. <<http://www.iucnredlist.org/>>.
- 79 Tilman, D., and Clark, M. (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature* **515**:518-522. doi: 10.1038/nature13959.
- 80 Tilman, D., Clark, M., Williams, D. R., Kimmel, K., Polasky, S., *et al.* (2017). Future threats to biodiversity and pathways to their prevention. *Nature* **546**:73-81. doi: 10.1038/nature22900.
- 81 Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., *et al.* (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature* **562**:519-525. doi: 10.1038/s41586-018-0594-0.
- 82 Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., *et al.* (2019). *Summary Report of the EAT-Lancet Commission. Healthy diets from sustainable food systems*.
- 83 The International Potato Center (CIP). (2020). *The International Potato Center*. <<https://cipotato.org/>>.
- 84 UNEP. (2018). Inclusive wealth report 2018: *Measuring sustainability and well-being*. United Nations Environment Programme.
- 85 IPCC. (2018). *Summary for policymakers. In: Global warming of 1.5°C. An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.-O., Roberts, D., Skea, J., *et al.*, editors. Intergovernmental Panel on Climate Change. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland.
- 86 HM Treasury. (2020). *The Dasgupta review – Independent review on the economics of biodiversity interim report*. <<https://www.gov.uk/government/publications/interim-report-the-dasgupta-review-independent-review-on-the-economics-of-biodiversity>>.
- 87 World Economic Forum. (2020). *The global risks report 2020, 15th edition*. World Economic Forum in partnership with Marsh & McLennan and Zurich Insurance Group. <<http://reports.weforum.org/global-risks-report-2020/>>.
- 88 Neslen, A. (2019). *Climate change could make insurance too expensive for most people – report*. The Guardian. <<https://www.theguardian.com/environment/2019/mar/21/climate-change-could-make-insurance-too-expensive-for-ordinary-people-report>>.
- 89 New South Wales Government. (2020). *NSW Drought Stimulus Package*. The Government of New South Wales (NSW) Australia. Accessed 3rd May, 2020. <<https://www.nsw.gov.au/drought-stimulus-package>>.
- 90 Davis, A. P., Chadburn, H., Moat, J., O'Sullivan, R., Hargreaves, S., *et al.* (2019). High extinction risk for wild coffee species and implications for coffee sector sustainability. *Science Advances* **5**:eaav3473. doi: 10.1126/sciadv.aav3473.
- 91 Euromonitor International. (2018). Five most promising markets in coffee. In: DNA Café – Seminário Internacional 2018. <<https://go.euromonitor.com/event-content-2018-Semana-int-do-cafe.html>>.
- 92 World Economic Forum. (2020). Global risks perception surveys 2007-2020. *World Economic Forum. The global risks report 2020, 15th Edition, January, 2020*. <<https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2020>>.
- 93 World Economic Forum. (2014). *Global risks 2014, 9th edition*. World Economic Forum, Geneva.
- 94 World Economic Forum. (2015). *Global risks 2015, 10th edition*. World Economic Forum, Geneva.
- 95 Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis*. Island Press, Washington, D.C.
- 96 Norgaard, R. B. (2010). *Ecosystem services: From eye-opening metaphor*

- to complexity blinder. *Ecological Economics* **69**:1219-1227. doi: 10.1016/j.ecolecon.2009.11.009.
- 97 Berkes, F. (2012). *Sacred ecology*. 3rd edition. Routledge, New York.
- 98 Combetti, C., Thornton, T. F., Wyllie de Echeverria, V., and Patterson, T. (2015). Ecosystem services or services to ecosystems? Valuing cultivation and reciprocal relationships between humans and ecosystems. *Global Environmental Change* **34**:247-262. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2015.07.007.
- 99 Diaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H. T., Agard, J., et al. (2019). Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. *Science* **366**:eaax3100. doi: 10.1126/science.aax3100.
- 100 Hill, R., Nates-Parra, G., Quezada-Euán, J. J. G., Buchori, D., LeBuhn, G., et al. (2019). Biocultural approaches to pollinator conservation. *Nature Sustainability* **2**:214-222. doi: 10.1038/s41893-019-0244-z.
- 101 O'Neill, J., Holland, A., and Light, A. (2008). *Environmental values*. Routledge, London.
- 102 Diaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., et al. (2015). The IPBES conceptual framework – Connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability* **14**:1-16. doi: 10.1016/j.cosust.2014.11.002.
- 103 Schoolenberg, M., den Belder, E., Okayasu, S., Alkemade, R., Lundquist, C. J., et al. (2018). *Report on the workshop 'Next steps in developing nature futures': meeting of the expert group on scenarios and models of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. PBL Planbureau voor de Leefomgeving, The Hague, the Netherlands.
- 104 Lundquist, C., Pereira, H. M., Alkemade, R., Belder, E., Ribeiro, S., et al. (2017). *Visions for nature and nature's contributions to people for the 21st century: Report from an IPBES visioning workshop held on 4-8 September 2017 in Auckland, New Zealand*.
- 105 Mace, G. M., Barrett, M., Burgess, N. D., Cornell, S. E., Freeman, R., et al. (2018). Aiming higher to bend the curve of biodiversity loss. *Nature Sustainability* **1**:448-451. doi: 10.1038/s41893-018-0130-0.
- 106 WWF Global Science. (2020). Beyond Boundaries: Insights into emerging zoonotic diseases, nature, and human well-being. Internal science brief. Unpublished.
- 107 WHO. (1948). *Preamble to the Constitution of the World Health Organization*. World Health Organisation (WHO), Geneva. <<https://www.who.int/about/who-we-are/constitution>>.
- 108 CBD. (2020). *Sustaining life on Earth: How the Convention on Biological Diversity promotes nature and human well-being*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity (CDB), Montreal, Canada.
- 109 World Economic Forum. (2020). *Nature risk rising: Why the crisis engulfing nature matters for business and the economy*. World Economic Forum in collaboration with PwC. <http://www3.weforum.org/docs/WEF_New_Nature_Economy_Report_2020.pdf>.

Chapitre 4 : Projétons une feuille de route pour la nature et l'homme

- 1 Seebens, H., Blackburn, T. M., Dyer, E. E., Genovesi, P., Hulme, P. E., et al. (2017). No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nature Communications* **8**:14435. doi: 10.1038/ncomms14435.
- 2 Pyšek, P., Hulme, P. E., Simberloff, D., Bacher, S., Blackburn, T. M., et al. (2020). Scientists' warning on invasive alien species. *Biological Reviews* doi: 10.1111/brv.12627.
- 3 Pejchar, L., and Mooney, H. A. (2009). Invasive species, ecosystem services and human well-being. *Trends in Ecology & Evolution* **24**:497-504. doi: 10.1016/j.tree.2009.03.016.
- 4 IPBES. (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. IPBES secretariat, Bonn, Germany.
- 5 Lenzner, B., Leclère, D., Franklin, O., Seebens, H., Roura-Pascual, N., et al. (2019). A framework for global twenty-first century scenarios and models of biological invasions. *BioScience* **69**:697-710. doi: 10.1093/biosci/biz070.

- 6 Essl, F., Lenzner, B., Courchamp, F., Dullinger, S., Jeschke, J. M., *et al.* (2019). Introducing AlienScenarios: a project to develop scenarios and models of biological invasions for the 21st century. *NeoBiota* **45** doi: 10.3897/neobiota.45.33366.
- 7 UNCTAD. (2017). *Review of maritime transport. UNCTAD/RMT*. UN, New York and Geneva.
- 8 Sardain, A., Sardain, E., and Leung, B. (2019). Global forecasts of shipping traffic and biological invasions to 2050. *Nature Sustainability* **2**:274.
- 9 Locke, H. (2015). Nature needs (at least) half: a necessary new agenda for protected areas. Pages 3-15 in Wuerthner, G. and Crist, E., editors. *Protecting the wild: Parks and Wilderness, the Foundation for Conservation*. Island Press/Center for Resource Economics.
- 10 Wilson, E. O. (2016). *Half-earth: our planet's fight for life*. WW Norton & Company, New York.
- 11 Dinerstein, E., Olson, D., Joshi, A., Vynne, C., Burgess, N. D., *et al.* (2017). An ecoregion-based approach to protecting half the terrestrial realm. *BioScience* **67**:534-545. doi: 10.1093/biosci/bix014.
- 12 Pimm, S. L., Jenkins, C. N., and Li, B. V. (2018). How to protect half of Earth to ensure it protects sufficient biodiversity. *Science Advances* **4**:eaat2616. doi: 10.1126/sciadv.aat2616.
- 13 Dinerstein, E., Vynne, C., Sala, E., Joshi, A. R., Fernando, S., *et al.* (2019). A global deal for nature: Guiding principles, milestones, and targets. *Science Advances* **5**:eaaw2869. doi: 10.1126/sciadv.aaw2869.
- 14 Perfecto, I., and Vandermeer, J. (2017). A landscape approach to integrating food production and nature conservation. Pages 133-151 in Gordon, I. J., Prins, H. T., and Squire, G. R., editors. *Food Production and Nature Conservation: Conflicts and Solutions*. Routledge in association with GSE Research, New York.
- 15 Kremen, C., and Merenlender, A. M. (2018). Landscapes that work for biodiversity and people. *Science* **362**:eaau6020. doi: 10.1126/science.aau6020.
- 16 Stehfest, E., van Vuuren, D., Kram, T., Bouwman, L., Alkemade, R., *et al.* (2014). *Integrated assessment of global environmental change with IMAGE 3.0: Model description and policy applications*. Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL), The Hague.
- 17 Schipper, A. M., Hilbers, J. P., Meijer, J. R., Antão, L. H., Benítez-López, A., *et al.* (2020). Projecting terrestrial biodiversity intactness with GLOBIO 4. *Global Change Biology* **26**:760-771. doi: 10.1111/gcb.14848.
- 18 Kok, M., Meijer, J., van Zeist, W.-J., Hilbers, J. P., Immovilli, M., *et al.* (2020). Assessing ambitious nature conservation strategies within a 2 degree warmer and food-secure world. *bioRxiv (Pre print)* doi: 10.1101/2020.08.04.236489.
- 19 FABLE. (2019). *Pathways to sustainable land-use and food systems. 2019 Report of the FABLE Consortium*. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Sustainable Development Solutions Network (SDSN), Laxenburg and Paris.
- 20 FABLE. (2020). *Pathways to sustainable land-use and food systems. 2020 Report of the FABLE Consortium*. In preparation. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) and Sustainable Development Solutions Network (SDSN), Laxenburg and Paris.
- 21 Visconti, P., Butchart, S. H. M., Brooks, T. M., Langhammer, P. F., Marnewick, D., *et al.* (2019). Protected area targets post-2020. *Science* **364**:239-241. doi: 10.1126/science.aav6886.
- 22 Mokany, K., Ferrier, S., Harwood, T. D., Ware, C., Di Marco, M., *et al.* (2020). Reconciling global priorities for conserving biodiversity habitat. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **117**:9906-9911. doi: 10.1073/pnas.1918373117.
- 23 Busch, J., Engelmann, J., Cook-Patton, S. C., Griscom, B. W., Kroeger, T., *et al.* (2019). Potential for low-cost carbon dioxide removal through tropical reforestation. *Nature Climate Change* **9**:463-466. doi: 10.1038/s41558-019-0485-x.
- 24 Reed, J., Van Vianen, J., Deakin, E. L., Barlow, J., and Sunderland, T. (2016). Integrated landscape approaches to managing social and environmental issues in the tropics: learning from the past to guide the future. *Global Change Biology* **22**:2540-2554. doi: 10.1111/gcb.13284.
- 25 Jung, M., Arnell, A., de Lamo, X., García-Rangel, S., Lewis, M., *et al.* (2020). Areas of global importance for terrestrial biodiversity, carbon, and water. *bioRxiv (Pre print)* doi: 10.1101/2020.04.16.021444.

- 26 Mosnier, A., Penescu, L., Thomson, M., and Perez-Guzman, K. (2019). *Documentation of the FABLE calculator*. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) and Sustainable Development Solutions Network (SDSN), Laxenburg and Paris.
- 27 Molla, K., and Woldeyes, F. (2019). Pathway to sustainable land-use and food systems in Ethiopia by 2050. Pages 166-179 in FABLE, editor. *Pathways to Sustainable Land-Use and Food Systems*. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) and Sustainable Development Solutions Network (SDSN), Laxenburg and Paris.
- 28 IPCC. (2019). *IPCC special report on the ocean and cryosphere in a changing climate*. Pörtner, H.-O., Roberts, D. C., Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Tignor, M., et al., editors. Intergovernmental Panel on Climate Change. In press.
- 29 Bindoff, N. L., Cheung, W. W. L., Kairo, J. G., Aristegui, J., Guinder, V. A., et al. (2019). Changing ocean, marine ecosystems, and dependent communities. In: *IPCC special report on the ocean and cryosphere in a changing climate*. Pörtner, H.-O., Roberts, D. C., Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Tignor, M., et al., editors. In press.
- 30 Jones, M. C., and Cheung, W. W. L. (2018). Using fuzzy logic to determine the vulnerability of marine species to climate change. *Global Change Biology* **24**:e719-e731. doi: 10.1111/gcb.13869.
- 31 Lotze, H. K., Tittensor, D. P., Bryndum-Buchholz, A., Eddy, T. D., Cheung, W. W. L., et al. (2019). Global ensemble projections reveal trophic amplification of ocean biomass declines with climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **116**:12907-12912. doi: 10.1073/pnas.1900194116.
- 32 Sumaila, U. R., Tai, T. C., Lam, V. W. Y., Cheung, W. W. L., Bailey, M., et al. (2019). Benefits of the Paris Agreement to ocean life, economies, and people. *Science Advances* **5**:eaau3855. doi: 10.1126/sciadv.aau3855.
- 33 Blanchard, J. L., Watson, R. A., Fulton, E. A., Cottrell, R. S., Nash, K. L., et al. (2017). Linked sustainability challenges and trade-offs among fisheries, aquaculture and agriculture. *Nature Ecology & Evolution* **1**:1240-1249. doi: 10.1038/s41559-017-0258-8.
- 34 Thiault, L., Mora, C., Cinner, J. E., Cheung, W. W. L., Graham, N. A. J., et al. (2019). Escaping the perfect storm of simultaneous climate change impacts on agriculture and marine fisheries. *Science Advances* **5**:eaaw9976. doi: 10.1126/sciadv.aaw9976.
- 35 Cottrell, R. S., Fleming, A., Fulton, E. A., Nash, K. L., Watson, R. A., et al. (2018). Considering land-sea interactions and trade-offs for food and biodiversity. *Global Change Biology* **24**:580-596. doi: 10.1111/gcb.13873.
- 36 Hoegh-Guldberg, O., Northrop, E., and Lubchenco, J. (2019). The ocean is key to achieving climate and societal goals. *Science* **365**:1372-1374. doi: 10.1126/science.aaz4390.
- 37 Froehlich, H. E., Runge, C. A., Gentry, R. R., Gaines, S. D., and Halpern, B. S. (2018). Comparative terrestrial feed and land use of an aquaculture-dominant world. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **115**:5295-5300. doi: 10.1073/pnas.1801692115.
- 38 Hicks, C. C., Cohen, P. J., Graham, N. A. J., Nash, K. L., Allison, E. H., et al. (2019). Harnessing global fisheries to tackle micronutrient deficiencies. *Nature* **574**:95-98. doi: 10.1038/s41586-019-1592-6.
- 39 Brown, C. J., Jupiter, S. D., Albert, S., Anthony, K. R. N., Hamilton, R. J., et al. (2019). A guide to modelling priorities for managing land-based impacts on coastal ecosystems. *Journal of Applied Ecology* **56**:1106-1116. doi: 10.1111/1365-2664.13331.
- 40 Trolle, D., Nielsen, A., Andersen, H. E., Thodsen, H., Olesen, J. E., et al. (2019). Effects of changes in land use and climate on aquatic ecosystems: Coupling of models and decomposition of uncertainties. *Science of The Total Environment* **657**:627-633. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.12.055.
- 41 Beusen, A. H. W., Bouwman, A. F., Van Beek, L. P. H., Mogollón, J. M., and Middelburg, J. J. (2016). Global riverine N and P transport to ocean increased during the 20th century despite increased retention along the aquatic continuum. *Biogeosciences* **13**:2441-2451. doi: 10.5194/bg-13-2441-2016.
- 42 Cottrell, R. S., Nash, K. L., Halpern, B. S., Remenyi, T. A., Corney, S. P., et al. (2019). Food production shocks across land and sea. *Nature Sustainability* **2**:130-137. doi: 10.1038/s41893-018-0210-1.
- 43 Halpern, B. S., Cottrell, R. S., Blanchard, J. L., Bouwman, L., Froehlich, H. E., et

- al. (2019). Opinion: Putting all foods on the same table: Achieving sustainable food systems requires full accounting. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **116**:18152-18156. doi: 10.1073/pnas.1913308116.
- 44 Nash, K. L., Blythe, J. L., Cvitanovic, C., Fulton, E. A., Halpern, B. S., et al. (2020). To achieve a sustainable blue future, progress assessments must include interdependencies between the sustainable development goals. *One Earth* **2**:161-173. doi: 10.1016/j.oneear.2020.01.008.
- 45 Mehrabi, Z., Ellis, E., and Ramankutty, N. (2018). The challenge of feeding the world while conserving half the planet. *Nature Sustainability* **1**:409-412. doi: 10.1038/s41893-018-0119-8.
- 46 Schleicher, J., Zaehring, J. G., Fastré, C., Vira, B., Visconti, P., et al. (2019). Protecting half of the planet could directly affect over one billion people. *Nature Sustainability* **2**:1094-1096. doi: 10.1038/s41893-019-0423-y.
- 47 Leclère, D., Obersteiner, M., Barrett, M., Butchart, S. H. M., Chaudhary, A., et al. (2020). Bending the curve of terrestrial biodiversity needs an integrated strategy. *Nature*.
- 48 van Vuuren, D. P., Kok, M., Lucas, P. L., Prins, A. G., Alkemade, R., et al. (2015). Pathways to achieve a set of ambitious global sustainability objectives by 2050: Explorations using the IMAGE integrated assessment model. *Technological Forecasting and Social Change* **98**:303-323. doi: 10.1016/j.techfore.2015.03.005.
- 49 IPBES. (2016). *Summary for policymakers of the methodological assessment of scenarios and models of biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Ferrier, S., Ninan, K. N., Leadley, P., Alkemade, R., Acosta, L. A., et al., editors. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. doi: 10.5281/zenodo.3235429.
- 50 Popp, A., Calvin, K., Fujimori, S., Havlik, P., Humpeönder, F., et al. (2017). Land-use futures in the shared socio-economic pathways. *Global Environmental Change* **42**:331-345. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2016.10.002.
- 51 Kim, H., Rosa, I. M. D., Alkemade, R., Leadley, P., W., Hurtt, G., et al. (2018). A protocol for an intercomparison of biodiversity and ecosystem services models using harmonized land-use and climate scenarios. *Geoscientific Model Development Discussions* **11**:4537-4562. doi: 10.5194/gmd-11-4537-2018.
- 52 Fricko, O., Havlik, P., Rogelj, J., Klimont, Z., Gusti, M., et al. (2017). The marker quantification of the Shared Socioeconomic Pathway 2: A middle-of-the-road scenario for the 21st century. *Global Environmental Change* **42**:251-267. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2016.06.004.
- 53 van Vuuren, D. P., Stehfest, E., Gernaat, D. E. H. J., Doelman, J. C., van den Berg, M., et al. (2017). Energy, land-use and greenhouse gas emissions trajectories under a green growth paradigm. *Global Environmental Change* **42**:237-250. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2016.05.008.
- 54 Leclère, D., Obersteiner, M., Alkemade, R., Almond, R., Barrett, M., et al. (2018). *Towards pathways bending the curve of terrestrial biodiversity trends within the 21st century*. IIASA. doi: 10.22022/ESM/04-2018.15241.
- 55 Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., et al. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature* **562**:519-525. doi: 10.1038/s41586-018-0594-0.
- 56 Springmann, M., Wiebe, K., Mason-D'Croz, D., Sulser, T. B., Rayner, M., et al. (2018). Health and nutritional aspects of sustainable diet strategies and their association with environmental impacts: A global modelling analysis with country-level detail. *The Lancet Planetary Health* **2**:e451-e461. doi: 10.1016/S2542-5196(18)30206-7.



CE RAPPORT
A ÉTÉ RÉALISÉ EN
COLLABORATION
AVEC

ZSL
LET'S WORK
FOR WILDLIFE



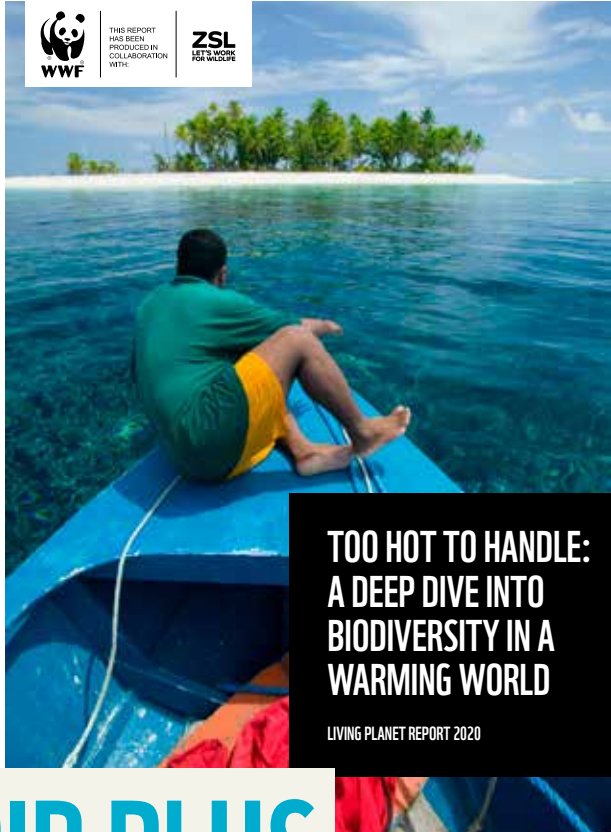
LIVING PLANET REPORT 2020

BENDING THE CURVE OF BIODIVERSITY LOSS



THIS REPORT
HAS BEEN
PRODUCED IN
COLLABORATION
WITH:

ZSL
LET'S WORK
FOR WILDLIFE



TOO HOT TO HANDLE: A DEEP DIVE INTO BIODIVERSITY IN A WARMING WORLD

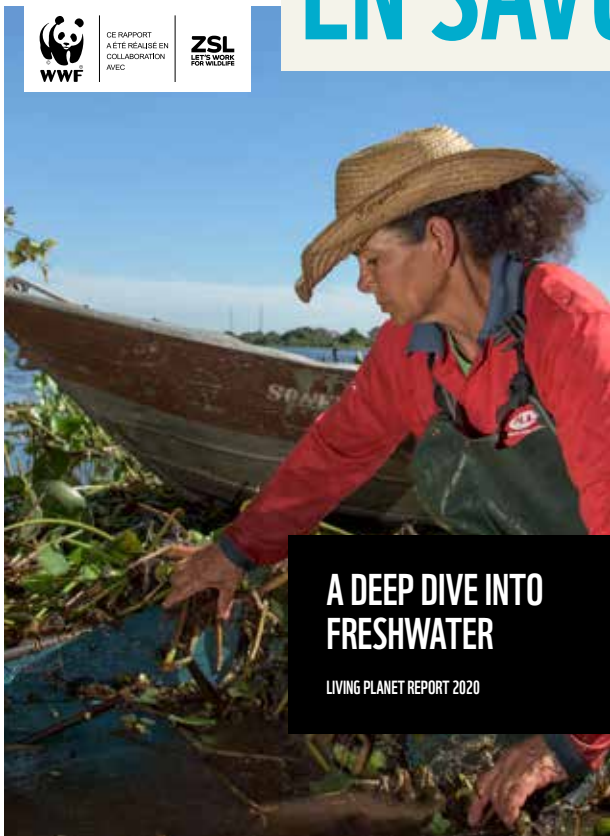
LIVING PLANET REPORT 2020

EN SAVOIR PLUS



CE RAPPORT
A ÉTÉ RÉALISÉ EN
COLLABORATION
AVEC

ZSL
LET'S WORK
FOR WILDLIFE



A DEEP DIVE INTO FRESHWATER

LIVING PLANET REPORT 2020



VOICES FOR A LIVING PLANET

SPECIAL EDITION LIVING PLANET REPORT 2020

LE RÉSEAU INTERNATIONAL DU WWF

Bureaux WWF

Afrique du Sud
Allemagne
Arménie
Australie
Autriche
Azerbaïdjan
Belgique
Belize
Bhoutan
Bolivie
Brésil
Bulgarie
Cambodge
Cameroun
Canada
Chili
Chine
Colombie
Corée du Sud
Croatie
Cuba
Danemark
Émirats arabes unis
Équateur
Espagne
États-Unis d'Amérique
Fidji (îles)
Finlande
France
Gabon
Georgie
Grèce
Guatemala
Guyana
Guyane française
Honduras
Hong Kong
Hongrie
Inde
Indonésie
Italie
Japon
Kenya
Laos

Madagascar
Malaisie
Maroc
Mexique
Mongolie
Mozambique
Myanmar
Namibie
Népal
Norvège
Nouvelle-Zélande
Ouganda
Pakistan
Panama
Papouasie-Nouvelle-Guinée
Paraguay
Pays-Bas
Pérou
Philippines
Pologne
République centrafricaine
République démocratique
du Congo
Roumanie
Royaume-Uni
Russie
Salomon (îles)
Singapour
Slovaquie
Suède
Suisse
Suriname
Tanzanie
Thaïlande
Tunisie
Turquie
Ukraine
Vietnam
Zambie
Zimbabwe

Organisations associées du WWF

Fundación Vida Silvestre (Argentine)
Pasaules Dabas Fonds (Lettonie)
Nigerian Conservation Foundation (Nigeria)

Détails de la publication

Version publiée en octobre 2020 par le WWF (World Wide Fund For Nature, ex-World Wildlife Fund) à Gland (Suisse) (« WWF »). Toute reproduction intégrale ou partielle de la présente publication doit s'effectuer conformément aux règles suivantes et mentionner le titre ainsi que l'éditeur susmentionné pour titulaire des droits d'auteur.

Citation recommandée :

WWF. 2020. Rapport Planète Vivante® 2020 : *Redresser la courbe de la perte de biodiversité*. Almond, R.E.A., Grooten M. and Petersen, (Eds). WWF, Gland, Suisse.

Mention accompagnant texte et graphiques : © 2020 WWF. Tous droits réservés.

La reproduction de la présente publication (exception faite des photographies) à des fins pédagogiques ou à tout autre but non lucratif est autorisée sans accord écrit préalable du titulaire des droits d'auteur, sous réserve d'en aviser préalablement le WWF par écrit et d'en mentionner la source. En revanche, sa reproduction à des fins de revente ou pour tout autre but lucratif est interdite en l'absence de consentement écrit préalable du titulaire des droits d'auteur. La reproduction des photographies à quelque fin que ce soit est autorisée sous réserve d'autorisation écrite préalable du WWF.

Dans le présent rapport, ni la désignation des entités géographiques ni la présentation des informations n'impliquent l'expression d'une quelconque opinion de la part du WWF au sujet du statut juridique des pays, territoires et régions et de leurs administrations, ou encore de la délimitation de leurs frontières.

NOTRE MISSION CONSISTE À STOPPER LA DÉGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT DANS LE MONDE ET À CONSTRUIRE UN AVENIR OÙ LES HOMMES VIVENT EN HARMONIE AVEC LA NATURE.



Notre raison d'être

Stopper la dégradation de l'environnement dans le monde et construire un avenir où les Hommes pourront vivre en harmonie avec la nature.

Ensemble, nous sommes la solution.

wwf.fr

© 2020

© 1986 Panda symbol WWF – World Wide Fund for Nature (Formerly World Wildlife Fund)

© "WWF" is a WWF Registered Trademark. WWF, Avenue du Mont-Blanc, 1196 Gland, Suisse.
Tel. +41 22 364 9111. Fax. +41 22 364 0332.

Pour plus d'informations, rendez-vous sur le site du WWF
wwf.fr/lpr2020