

RESPONSABILITÉ & ENVIRONNEMENT

« Se défier du ton d'assurance qu'il est si facile de prendre et si dangereux d'écouter »
Charles Coquebert, Journal des mines n°1, Vendémiaire An III (septembre 1794)



La biodiversité, entre urgences et complexité

UNE SÉRIE DES
ANNALES
DES MINES
FONDÉES EN 1794

Publiées avec le soutien
de l'Institut MinesTélécom

N° 100
OCTOBRE 2020

UNE SÉRIE DES
**ANNALES
 DES MINES**
 FONDÉES EN 1794

RESPONSABILITÉ & ENVIRONNEMENT

ISSN : 1268-4783

Série trimestrielle • n°100 - octobre 2020

Rédaction

Conseil général de l'Économie (CGEJET), Ministère de
 l'Économie, des Finances et de la Relance

120, rue de Bercy - Télédock 797 - 75572 Paris Cedex 12

Tél : 01 53 18 52 68

<http://www.annales.org>

François Valérian

Rédacteur en chef

Gérard Comby

Secrétaire général

Alexia Kappelmann

Secrétaire générale adjointe

Magali Gimon

Assistante de rédaction

Myriam Michaux

Webmestre / Maquettiste

Membres du Comité de Rédaction

Pierre Couveinhes

Président du Comité de rédaction

Ingénieur général des Mines honoraire

Paul-Henri Bourrelier

Ingénieur général des Mines honoraire, Association
 française pour la prévention des catastrophes naturelles

Mireille Campana

Ingénieur général des Mines, Conseil général de l'Économie

Dominique Dron

Ingénieur général des Mines, Conseil général de l'Économie

Pascal Dupuis

Chef du service du climat et de l'efficacité énergétique,
 Direction générale de l'énergie et du climat, MTES

Jérôme Goellner

Chef du service des risques technologiques,
 Direction générale de la prévention des risques, MTES

Jean-Luc Laurent

Ingénieur général des Mines honoraire

Richard Lavergne

Conseil général de l'Économie

Ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance

Didier Pillet

Ingénieur général des Mines

Jacques Serris

Ingénieur général des Mines, Conseil général de l'Économie

Claire Tutenuit

Déléguée générale d'Entreprises pour l'Environnement (EPE)

François Valérian

Rédacteur en chef des Annales des Mines

Photo de couverture :

Abeilles à miel qui assurent la reproduction des fleurs en
 transportant le pollen des pistils aux étamines.

Photo © Eric Tourneret / BIOSPHOTO.

Iconographie

Christine de Coninck

Abonnements et ventes

COM & COM

Bâtiment Copernic - 20, avenue Édouard Herriot

92350 LE PLESSIS-ROBINSON

Alain Bruel

Tél. : 01 40 94 22 22 - Fax : 01 40 94 22 32

a.bruel@cometcom.fr

Mise en page : Nadine Namer

Impression : EspaceGrafic

Éditeur Délégué :

FFE - 15, rue des Sablons 75116 PARIS - www.ffe.fr

Fabrication : Aïda Pereira

aïda.pereira@belvederecom.fr - 01 53 36 20 46

Régie publicitaire : Belvédère Com

Directeur de la publicité : Bruno Slama - 01 40 09 66 17

bruno.slama@belvederecom.fr

La mention au regard de certaines illustrations du sigle « D. R. » correspond à des documents ou photographies pour lesquels nos recherches d'ayants droit ou d'héritiers se sont avérées infructueuses.

INVESTIR OUI... MAIS À CONDITION QUE CE SOIT DURABLEMENT !



Frédéric Janbon, Directeur Général

Pour Frédéric Janbon, directeur général de BNP Paribas Asset Management il est essentiel d'intégrer systématiquement les critères environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG) dans les décisions d'investissement parce qu'ils ont un fort impact sur les performances des entreprises, et contribuent à fournir des rendements durables pour les clients. Explications.

Vous êtes arrivé à la tête de BNP Paribas Asset Management en 2015. Aujourd'hui, quel est le positionnement de l'entreprise ? BNP Paribas Asset Management est le métier de gestion d'actifs du groupe BNP Paribas. Avec plus de 400 milliards d'euros d'actifs sous gestion, nous sommes l'un des leaders en Europe et offrons des solutions d'investissement à haute valeur ajoutée aux épargnants individuels, entreprises et investisseurs institutionnels. Notre priorité est de délivrer sur le long terme, des retours sur investissement durables à nos clients. Pour cela, nous plaçons l'approche responsable au cœur de notre stratégie et de nos décisions d'investissement et contribuons activement à la transition énergétique, la protection de l'environnement et la croissance inclusive.

Au cœur de votre stratégie, il y a donc l'investissement durable...

Oui. Nous avons un rôle très important à jouer en matière d'investissement durable tant pour nos clients que pour l'économie au sens large. Nous avons la conviction que le réchauffement climatique et la prise de conscience générale de la fragilité de notre planète vont entraîner des bouleversements profonds. Par conséquent, nous pensons que l'intégration des critères ESG dans nos décisions d'investissement et la promotion d'une économie bas carbone, respectueuse de l'environnement et inclusive, limitera les risques pour nos clients et leur offrira des rendements à long terme plus élevés. C'est pour cette raison que nous en avons fait l'un des piliers de notre stratégie.

Parmi les sujets autour desquels vous vous mobilisez, il y a la question de la biodiversité. Pourquoi ?

Limiter le réchauffement climatique est devenu une évidence, et se traduit par la mise en place de politiques et stratégies concrètes au sein de la société civile, tout comme dans la communauté des investisseurs. Il est pourtant difficile de s'attaquer efficacement au changement climatique sans agir en faveur de la biodiversité et de la préservation des écosystèmes. Pour cela nous devons choisir les investissements qui limitent les risques liés à la biodiversité. Mais en l'absence de métriques fiables pour mesurer l'impact biodiversité des entreprises, il est très difficile de déterminer les critères de nos choix d'investissement, comme nous pouvons le faire sur le climat ou le carbone. C'est pourquoi nous avons lancé, aux côtés d'autres acteurs du marché, un appel commun afin de trouver une organisation capable de noter les entreprises en fonction de leur impact sur la biodiversité à grande échelle, créant ainsi une méthodologie et une base de données que les investisseurs pourront utiliser dans leur processus de prise de décision.

La crise que nous vivons a remis sur le devant de la scène l'importance de l'investissement durable. Qu'avez-vous observé à ce niveau ?

La crise sanitaire a confirmé et renforcé l'importance de l'intégration des critères ESG dans les processus d'investissement,

et en particulier le « S » avec une attention accrue portée au bien-être des collaborateurs, à l'éthique et à l'impact sociétal des entreprises durant cette période. Elle a aussi montré qu'il était possible d'organiser une grande mobilisation de la société civile et des pouvoirs publics, pour faire face à un danger immédiat, qui est le virus. Nous devons lutter contre le réchauffement climatique et pour la préservation de la biodiversité avec la même détermination et le même degré d'urgence.

BIO EXPRESS :

Frédéric Janbon, ingénieur diplômé d'AgroParis Tech a réalisé la totalité de sa carrière chez BNP Paribas. Il a notamment passé plus de 20 ans au sein de la banque de financement et d'investissement, BNP Paribas Corporate and Institutional Banking (CIB). Il a aussi été responsable mondial de l'entité « Interest Rates Group » puis de l'ensemble des activités Fixed Income de BNP Paribas. Depuis octobre 2015, il est directeur général de BNP Paribas Asset Management. Il a été membre du Conseil d'administration de l'Association Internationale des Swaps et Dérivés (ISDA), Président de l'Association des Marchés Financiers en Europe (AFME) et Administrateur de l'Association Mondiale des Marchés Financiers (GFMA). Il préside la commission « Gouvernance, Investissement responsable, Investisseurs institutionnels » de l'Association Française de la Gestion financière (AFG).

La biodiversité, entre urgences et complexité

04
Introduction
François LETOURNEUX

06
Avant-Propos
Claire TUTENUIT

Le regard des scientifiques

08
Érosion de la biodiversité et fonctionnement des sociétés : du constat aux recommandations
Les enseignements tirés de l'évaluation mondiale réalisée par l'IPBES en 2019
Jean-François SILVAIN

15
La biodiversité dans le temps long
Bruno DAVID

19
Biodiversité en crise et adaptation
Pierre-Olivier CHEPTOU

23
De nouvelles relations à la nature pour des changements transformatifs de nos modèles de société ?
Anne-Caroline PRÉVOT

28
La recherche agronomique face au virage de la biodiversité
Philippe MAUGUIN et Thierry CAQUET

33
Biodiversité, sécurité alimentaire et changement climatique : quelle(s) trajectoire(s) de transformation pour l'agriculture ?
Pierre-Marie AUBERT, Diego GARCIA VEGA et Xavier POUX

38
Dans biodiversité... il y a diversité !
Luc ABBADIE

42
Amicale du Corps des Mines – Groupe de réflexion sur le climat (réunion du 4 février 2020)
Intervention d'Allain BOUGRAIN-DUBOURG

46
Stopperons-nous la dégradation de la nature au niveau mondial ?
Yann WEHRLING

51
L'Office français de la biodiversité au cœur de l'action publique en faveur de la biodiversité
Pierre DUBREUIL

55
Nature works for us: it is our business to protect it
VANSTON Sylvain

58
Mobiliser et transformer l'industrie de la mode pour préserver la biodiversité
Marie-Claire DAVEU, Géraldine VALLEJO et Katrina OLE-MOIYOI

63
Trafic d'espèces protégées et déforestation : Madagascar, une biodiversité otage de la corruption
Mialisoa RANDRIAMAMPINANINA, Frédéric LESNÉ, Vatsy RAKOTONARIVO et Ketakandriana RAFITOSON

68
Corporate mobilization and public policy needs for nature
Claire TUTENUIT and Eva ZABEY

72
Comment et pourquoi mesurer l'empreinte biodiversité des acteurs économiques ?
Marc ABADIE et Antoine CADI

76
How to integrate biodiversity in economic and business decisions
Simon BUCKLE, Katia KAROUSAKIS, Edward PERRY and Geraldine ANG

82
Que faire pour la biodiversité ?
Bernard CHEVASSUS-AU-LOUIS

Hors Dossier

86
Limites physiques des énergies renouvelables
Ilarion PAVEL

90 Traductions des résumés
94 Biographies des auteurs

Le dossier a été coordonné par François LETOURNEUX et Claire TUTENUIT

La biodiversité, entre urgences et complexité

Introduction

Par François LETOURNEUX

Vice-président du Comité français de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN)

La biodiversité (Rosen, 1987), c'est la variété des constituants du monde vivant et de leurs relations. Pour l'opinion publique, les médias, elle se résume souvent au catalogue des espèces animales et végétales qui peuplent la planète, et la perspective de l'appauvrissement rapide de ce catalogue est seule mise en avant lorsque l'on évoque la crise actuelle d'extinction.

La biodiversité est beaucoup plus large que cela, et les mécanismes de la crise qu'elle traverse sont bien plus complexes.

La diversité de la vie sur Terre s'exprime aussi à l'intérieur de chaque espèce. Selon l'environnement, des populations expriment une très grande variété de formes, d'aptitudes, de comportements... Le grizzly d'Amérique du Nord, qui peut peser 700 kgs, appartient à la même espèce – *Ursus arctos* – que notre ours des Pyrénées, et ses quelques 200 kgs.

C'est en s'appuyant sur cette diversité intraspécifique, en sélectionnant et en cherchant à accentuer certains caractères particuliers que se sont développés, depuis une petite dizaine de milliers d'années, l'agriculture et l'élevage, et qu'ont été créées des variétés végétales, des races animales adaptées à certaines situations, à des modes d'utilisation spécifiques. Cette biodiversité domestique, celle par exemple du cabernet au mourvèdre, ou encore de la syrah au pinot, est, elle aussi, précieuse.

La biodiversité, ce sont donc aussi les sous-espèces, les populations, les variétés, porteuses chacune de leurs caractéristiques propres. C'est, en creusant encore plus profond, la diversité des gènes de chaque individu. Car c'est de l'étendue des patrimoines génétiques que dépend la poursuite du processus de l'évolution, puisque l'apparition de nouvelles formes de vie est fondée sur le potentiel d'expression et de mutation de ces gènes, dans leur diversité. C'est la définition que donne de la biodiversité Patrick Blandin, professeur au Muséum national d'Histoire naturelle, et concepteur de la « galerie de l'évolution » : « la vie dans ce qu'elle a de divers ».

Et puis, il faut aussi s'intéresser à ce qui se passe entre les espèces. Ainsi, chacun de nous est un individu de l'espèce *Homo sapiens*, est porteur des caractéristiques de la population à laquelle il appartient et d'un patrimoine génétique propre. Mais chacun de nous est aussi constitué d'autant de cellules non humaines que de cellules humaines : tous les microorganismes de notre flore intestinale, par exemple. Sans eux, nous ne pourrions pas assimiler nos aliments et, par conséquent, survivre. Ils sont considérés comme un organe à part entière de notre corps, le microbiote. De sa composition dépend notre tendance à l'obésité, notre résistance à certaines maladies, notre état mental... Chaque être humain est donc aussi un milieu naturel, un écosystème, et vit au sein d'autres écosystèmes, dont font partie les espèces dont il se nourrit, avec lesquelles il échange, et qui font elles-mêmes partie d'écosystèmes plus vastes. Il en va de même pour tout le vivant.

C'est l'image de Gaïa : la Terre comme un vaste organisme vivant constitué de la multitude des formes de vie et riche de la multiplicité des liens qui unissent celles-ci.

Robert Barbault (2006) définit la biodiversité comme le « tissu vivant de la planète ».

Préserver la biodiversité ne veut pas dire être fixiste. L'équilibre de la nature n'est pas un état stable. C'est un équilibre en mouvement, comme celui du cycliste : depuis l'apparition de la vie sur Terre, il y a 3 500 millions d'années, des espèces naissent et meurent. Elles se différencient par sélection naturelle : à la suite de mutations génétiques, des individus se révèlent plus adaptés que d'autres, et se reproduisent en développant cette différence, au point de cesser d'appartenir à l'espèce dont ils étaient issus. Des populations, évoluant dans un contexte différent des autres, développent au cours des millénaires des caractères si particuliers qu'ils en font des espèces nouvelles.

À l'inverse, quand les conditions de vie ont changé, ou quand la concurrence est devenue trop forte, les espèces disparaissent : s'éteignant discrètement, comme l'homme de Néandertal, ou éliminées en nombre par un cataclysme, comme l'ont été les dinosaures au Crétacé, il y a 65 millions d'années. Prétendre protéger pour toujours la biodiversité d'aujourd'hui serait donc à la fois irréaliste et anti naturel.

Pourquoi, dans ces conditions, parler de « crise d'extinction de la biodiversité », et invoquer l'urgence à agir ?

D'abord, parce que le rythme de disparition des espèces, de leurs composantes et de leurs groupements, s'est très fortement accéléré depuis quelques centaines d'années : il serait aujourd'hui entre cent et mille fois plus rapide. La durée de vie moyenne d'une espèce, dans les périodes calmes, est de l'ordre de cinq millions d'années. Pour les vertébrés, cela correspond à la disparition d'une espèce par siècle. Au XX^e siècle, deux cent soixante espèces ont disparu.

La disparition des espèces est définitive, irréparable. Aussi les efforts de conservation de la biodiversité tendent-ils surtout à identifier les espèces les plus menacées, afin de tenter de les sauver. C'est en particulier l'objet des Listes rouges qu'établissent chaque année les experts de l'UICN (Union internationale pour la conservation de la nature). C'est l'architecture en France de la loi de 1976 sur la protection de la nature, et, pour une large part, de la loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages du 8 août 2016 : consacrer l'essentiel de l'action aux espèces les plus menacées, les plus patrimoniales, aux espaces naturels les plus remarquables.

Cette architecture tout comme l'arsenal dont nous disposons pour tenter de ravauder le tissu vivant de la planète ne doivent-ils pas être profondément revus et renforcés ?

Plusieurs études récentes ont mis en évidence un effondrement général de la biodiversité, dont nous n'avions pas assez pris conscience, obsédés que nous étions par le risque de disparition de certaines espèces. La première de ces études (Richard Inger, 2014) a évalué l'évolution de la population de 144 espèces d'oiseaux dans 25 pays européens : elle a mis en évidence une décroissance globale du tiers des effectifs en trente ans, soit 421 millions d'individus. Les oiseaux des champs sont particulièrement concernés, avec des baisses pouvant atteindre 90 %, tandis que certaines espèces rares, qui apparaissaient les plus menacées, ont vu leurs effectifs croître, parfois fortement, sans doute grâce à l'efficacité des actions de conservation concentrées sur elles. Ces tendances sont confirmées pour la France par une publication commune Muséum/CNRS de 2018, et pour les États-Unis par une autre étude (K. Rosenberg, 2019) qui montre que, dans ce pays, la réduction des effectifs depuis 1970 serait de 25 %, soit trois milliards d'oiseaux.

Une autre étude (Caspar F. Hallmann, 2017) fait le bilan d'observations entomologiques annuelles réalisées dans des réserves naturelles allemandes. Elle documente une diminution de près de 80 % en vingt-sept ans de la biomasse des insectes volants dans ces territoires pourtant protégés. Les pare-brise de nos voitures, qu'il est de moins en moins nécessaire de nettoyer, nous faisaient pressentir cette réduction, mais nous n'en mesurons pas le niveau !

Cet effondrement concerne des espèces encore bien présentes, souvent considérées comme non explicitement menacées : moineaux ou alouettes, mouches ou moucherons, et s'observe, à des niveaux différents, sur toute la planète. C'est tout le tissu vivant qui s'effrite et s'érode. Mais, alors que nous sommes impuissants à faire revivre une espèce disparue, nous pouvons nous attacher à réparer, à renforcer le tissu vivant de la planète. Cela implique de nouvelles stratégies, plus globales : cesser d'induire par notre consommation de soja ou d'huile de palme des déséquilibres dans les pays du Sud, ralentir la pression de la pêche dans les océans, bannir, ou réduire drastiquement, l'usage d'insecticides, d'herbicides, de fongicides agricoles dont la finalité même est de détruire la vie.

Pour la première fois, la diversité biologique est en crise à cause de l'une des espèces vivantes qui la constituent, la nôtre. Notre fantastique capacité d'adaptation nous a permis de nous répandre sur toute la surface de la Terre, d'éliminer nos concurrents, de devenir ainsi l'espèce invasive la plus efficace de toute l'histoire de la vie. Il y a 20 000 ans, alors que notre espèce était déjà présente presque partout à la surface du globe, nous n'étions que 5 millions. Nous serons 9 milliards en 2050. Aucun autre gros mammifère omnivore n'a jamais atteint un effectif dépassant la dizaine de millions.

Cette capacité d'adaptation, cette efficacité que nous avons si souvent utilisée contre le reste du vivant, serons-nous capables de les consacrer désormais à nous réconcilier avec cette biodiversité à laquelle nous appartenons, qui est notre famille ?

Si nous ne parvenons pas à enrayer la présente crise d'extinction, notre biodiversité, celle dont nous avons un besoin vital puisqu'elle nous fournit l'intégralité de notre nourriture, l'essentiel de nos vêtements, de nos médicaments, les équilibres complexes nécessaires à notre santé, ne sera plus là pour nous assurer ces services qu'elle nous rend gratuitement depuis toujours. La planète nous deviendra invivable. La vie sur Terre s'en remettra, comme elle s'est remise des précédentes. Au cours des millénaires, de nouvelles formes de vie apparaîtront, se développeront, mais les Humains ne seront plus là pour les voir.

Avant-propos

Par Claire TUTENUIT

Déléguée générale d'Entreprises pour l'Environnement (EpE)

Le constat fait par les scientifiques sur l'érosion, voire, parfois, l'effondrement de la biodiversité à travers ses conséquences visibles, commence à être largement connu, amenant à une prise de conscience chez de nombreux acteurs, peut-être plus aiguë que sur le changement climatique.

La pandémie du Covid-19 devrait encore accélérer cette prise de conscience, puisque la communauté scientifique estime que l'on peut attribuer cette pandémie à la dégradation des écosystèmes qui rapproche certaines espèces des communautés humaines, et aux relations d'autres communautés avec la faune sauvage ; on peut aussi attribuer son expansion rapide à la globalisation du monde.

Dès avant l'épidémie, plusieurs sondages avaient montré un souci croissant de la population française au regard de la perte de biodiversité, fortement associée à la santé humaine : dans les précédentes extinctions, l'espèce dominante finit par disparaître ; est-ce cela qui nous attend si l'érosion actuelle s'avère être le début d'une sixième extinction ? La montée de la demande en produits biologiques est un signe de cette inquiétude. Au-delà, les jardiniers amateurs ou non commencent à changer leurs façons de faire, à compter avec inquiétude les oiseaux et les papillons, mais est-ce suffisant ? Chacun est en fait assez perplexe et se sent impuissant face à un phénomène aussi diffus et général. Que peut-on faire ?

Du côté des entreprises aussi, l'érosion commence à être perçue, et les risques qu'elle fait courir aux entreprises apparaissent : l'article de Kering montre comment l'entreprise de textile qu'elle est, constate les effets négatifs sur la qualité de ses matières premières du changement climatique et du surpâturage dans des endroits aussi reculés que les hauts plateaux asiatiques où sont élevées les chèvres cachemire. D'autres conséquences se font sentir dans d'autres lieux : la forêt boréale canadienne subit des vagues de parasites venus du Sud qui détruisent des centaines de milliers d'hectares chaque année ; certains agriculteurs voient leurs terres stérilisées par des invasions d'ambrosie, d'autres arrivent au bout d'un parcours agricole fondé sur la chimie et voient leurs rendements décroître du fait de l'absence de vie dans les sols.

Si les risques sont de mieux en mieux identifiés, ils commencent aussi à être évalués : le World Economic Forum estime ainsi que 4 des 5 principaux risques qui pèsent sur l'économie mondiale sont liés à la dégradation de l'environnement. L'article d'Axa (celui de Sylvain Vanston) montre des tentatives pour identifier les risques liés à la perte de biodiversité et les intégrer à son activité d'assureur.

Si les entreprises sont conscientes de leur dépendance à la nature et même à la biodiversité, elles portent bien sûr une part de responsabilité dans diverses situations, qu'elles peuvent ou non partager avec d'autres acteurs : la surpêche en haute mer où il n'existe pas d'autorité d'État pour réguler l'activité en est un exemple. L'action des États peut aussi être trop faible pour permettre de contenir la pression des activités économiques, et ce pour diverses raisons, dont la priorité donnée à d'autres activités humaines porteuses d'un développement à court terme.

C'est pour inverser l'impact des entreprises sur la nature que divers réseaux d'entreprises et d'acteurs en contact fréquent avec elles ont décidé de constituer une coalition, Business for Nature. L'article d'Eva Zabey, qui en est la directrice, présente la mission et les actions de cette coalition : mobiliser les entreprises du monde entier, encourager les engagements volontaires de celles-ci en faveur de la nature, faire connaître les solutions et porter vers les pouvoirs publics – États et organisations internationales – une demande visant à l'adoption de législations ambitieuses et cohérentes. En effet, pour une entreprise, prendre en compte la nature dans ses activités s'accompagne souvent d'un coût susceptible de créer un handicap de compétitivité s'il n'est pas réduit grâce à des politiques publiques homogènes pour tous : les matières premières produites durablement sont plus coûteuses que les autres ; compenser l'artificialisation des terres a un coût, de même que l'intervention d'experts pour guider l'action dans un sens favorable à la nature. Les entreprises en se réunissant espèrent ainsi avoir une voix qui porte plus dans les négociations internationales, et favoriser un cadre international qui soit le plus homogène et le plus efficace possible.

Sans attendre que la gouvernance mondiale publique soit en place, les économistes travaillent de leur côté sur les meilleures façons d'introduire la biodiversité dans la gestion des actifs. L'exemple du climat montre en effet que lorsque les actionnaires des entreprises affirment des exigences en matière de stratégie, ces dernières passent à des stratégies climatiques plus ambitieuses : la communauté financière internationale utilise aujourd'hui les trajectoires d'émissions mondiales du GIEC pour demander aux entreprises de changer leurs stratégies d'investissement et réduire leurs émissions au rythme de ces trajectoires. Si ce modèle est tentant, sa transposition à la biodiversité est ardue et doit être réinventée, faute de trajectoires suffisamment définies et confirmées par la communauté scientifique. Certains cherchent des référentiels, sectoriels ou non, qui pourraient s'appliquer à l'ensemble des entreprises, comme la CDC-Biodiversité qui développe

un Global Biodiversity Score pour intégrer les impacts sur la biodiversité de diverses activités dans un indicateur universel, éventuellement sectoriel, qui permettrait des comparaisons entre les actifs.

D'autres essaient de développer des méthodes plus diversifiées, adaptées à chaque décision, qui permettent *a minima* des comparaisons locales, fondées sur des indicateurs adaptés à une décision particulière ; l'article de Simon Buckle, de Katia Karousakis, d'Edward Perry et de Géraldine Ang montre cette diversité des façons d'intégrer la nature dans les décisions économiques. L'économie peut partir des coûts de restauration ou de déplacement, ou attribuer une valeur supérieure à des produits respectueux de la biodiversité ; c'est déjà le cas pour le bois, et pour un certain nombre de produits agricoles. Plus la prise de conscience des consommateurs sera générale, et plus l'écart de prix accepté sera grand. C'est l'une des raisons pour lesquelles la mobilisation citoyenne promue par les associations environnementales et décrite dans ce numéro par Allain Bougrain-Dubourg est essentielle. Cette mobilisation citoyenne peut aussi dénoncer des défauts graves de gouvernance dont pâtit la biodiversité, c'est le cas à Madagascar, île d'une biodiversité exceptionnelle et menacée par une corruption que combattent Transparency International-Initiative Madagascar et le réseau Malina.

Au sein des entreprises, la prise en compte de la biodiversité est un défi permanent au regard de la gestion : notre mode de développement repose largement sur l'industrie, la standardisation, l'optimisation sous contraintes... L'organisation du monde économique repose sur de grandes entreprises qui fabriquent et vendent les mêmes produits tout autour de la Terre. Réintroduire la nature et en respecter la diversité supposent d'adopter une attitude inverse : comment accepter un niveau de complexité différent ? Comment cultiver l'hétérogénéité ? Ces questions ne sont pas évidentes, comme l'expérimentent des entreprises (Unilever, notamment) qui s'efforcent de réintroduire un plus grand nombre de variétés cultivées dans leurs thés, cafés ou autres. L'article de Luc Abbadie explore le changement que cette transformation représente.

Enfin, certains espèrent que les nouvelles technologies apporteront une aide précieuse face à l'infinie diversité des milieux et des espèces : les technologies du génome progressent, on commence à calculer « l'ADN environnemental » d'un milieu ou d'un écosystème ; de même, les ordinateurs sont capables de gérer des flux massifs de données qui pourraient permettre un suivi plus précis de l'évolution des milieux. C'est le champ de développement sur lequel travaille l'organisation WCMC, partenaire de l'UNEP, pour constituer une base de données couvrant l'ensemble de la Terre et qu'utilise déjà le gouvernement chinois pour son « *red-lining* ». C'est aussi dans cette direction que Microsoft a décidé de s'engager massivement dans les prochaines années. Elle pose toutefois une question : nombre de décisions appellent des arbitrages, car si certaines solutions réduisent certaines pressions, elles en accroissent d'autres. La science peut suggérer certains arbitrages, mais d'autres relèvent de choix faits par des acteurs au regard de leur conception de ce que devrait être la nature localement, et de ce qu'ils veulent faire. À l'avenir, les ordinateurs feront-ils ces choix pour nous, et ces choix augmenteront-ils la diversité résultante ?

Ce numéro invite à chercher d'autres solutions. Ce qui précède montre déjà une grande diversité d'approches pour sensibiliser les entreprises et les pousser à l'action. Elles ont déjà expérimenté d'elles-mêmes des solutions, mais la question se pose désormais de changer l'échelle de leur déploiement. Une publication récente d'EpE⁽¹⁾ montre une variété de solutions et explore pour chacune d'elles les conditions nécessaires pour la massifier, voire pour la généraliser. Bien souvent, et comme pour le climat, ces conditions se résument dans la conjonction des efforts de trois types d'acteurs : les pouvoirs publics, les entreprises et les citoyens. Ces derniers sont aussi des consommateurs, des salariés, des épargnants et leur relation à la nature, impact positif ou négatif ou dépendance, varie fortement selon leur mode de vie. Comme nous y invite l'IPBES, opérer des changements dans nos modes de développement, adopter des modes de vie différents, des politiques publiques plus protectrices de la nature et donc forcément plus contraignantes, plus d'innovation et de créativité de la part des entreprises, et sans doute un changement profond de notre rapport à la nature sont des solutions pour préserver la biodiversité à long terme dans lesquelles chaque acteur a un rôle à jouer. Sans la mobilisation cohérente de tous les acteurs, l'inversion de la trajectoire paraît bien improbable.

La pandémie récente servira-t-elle à multiplier les bonnes volontés et à les inciter à passer à l'action ? L'article de Bernard Chevassus-au-Louis, qui vient en conclusion de ce numéro qui se veut motivant, nous montre en tout cas une diversité d'actions possibles, sans regret, et qui ont une bonne probabilité d'accroître la biodiversité de notre environnement. Il nous invite, nous tous, à contribuer à une nature plus prospère, plus dynamique et plus résiliente, et suggère que c'est aussi agréable qu'utile. Il donne envie d'agir, ce qui est sans doute le meilleur moteur imaginable d'une transformation écologique à la hauteur de l'enjeu.

(1) *Changer d'échelle – Les solutions des entreprises pour la biodiversité*, EpE, octobre 2020.

Érosion de la biodiversité et fonctionnement des sociétés : du constat aux recommandations

Les enseignements tirés de l'évaluation mondiale réalisée par l'IPBES en 2019

Par Jean-François SILVAIN

Fondation pour la recherche sur la biodiversité

L'évaluation mondiale de la biodiversité et des services écosystémiques réalisée par l'IPBES a constitué en 2019 un moment clé dans la prise de conscience par les décideurs des enjeux associés à l'érosion accélérée de la biodiversité et à la perte des services que les sociétés humaines en retirent. Les médias internationaux ont relayé très largement les conclusions du résumé pour décideurs du rapport issu de cette évaluation, contribuant ainsi à alerter une large frange de la population. Après avoir précisé ce qu'est un rapport de l'IPBES et comment il est élaboré, nous présentons dans cet article l'organisation du rapport mondial et mettons en exergue ses grands enseignements, ainsi que les options en matière de leviers d'action à privilégier pour inverser les tendances actuelles. Nous y exprimons également des critiques et soulignons quelques lacunes d'un rapport qui aura marqué l'histoire récente des politiques environnementales mondiales et dont les conclusions prennent une importance encore plus grande après la crise de la Covid-19.

À partir d'avril 2019, la presse internationale s'est beaucoup intéressée à la biodiversité, à son état et aux menaces auxquelles elle fait face. 38 000 articles de presse ou émissions de radio-télévision en ont parlé, dont plus de 2 200 en France. La raison : la tenue à Paris, à l'UNESCO, du 29 avril au 4 mai, de la 7^{ème} Plénière de l'IPBES, la plateforme internationale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques. L'objet de cette plénière était majeur, puisqu'après la remise des rapports sur l'état de la biodiversité dans les grandes régions du monde en 2018, l'IPBES allait présenter à Paris son rapport sur l'état de la biodiversité mondiale, après en avoir fait approuver le résumé pour décideurs par les délégations des 135 États membres de la plateforme. L'attente des médias a été entretenue par un embargo strict sur la teneur du rapport et une présentation à la presse très bien organisée.

Le monde, ses décideurs et les multiples acteurs de la biodiversité, des ONG aux entreprises, se retrouvaient face au plus important rapport consacré au thème de la bio-

diversité et au devenir des services écosystémiques que l'humanité en retire, depuis l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire de 2005. Une synthèse mondiale basée sur l'examen de près de 15 000 sources d'information, allant des articles scientifiques aux connaissances traditionnelles et locales, et le travail d'analyse mené pendant trois ans par 145 experts de 50 pays, avec l'aide de 310 autres contributeurs, était enfin disponible pour venir en appui aux politiques publiques.

Au travers de ce très gros travail collectif international et de la concertation science-politique que représente une plénière de l'IPBES, où la voix des experts se trouve confrontée au positionnement des États lors de l'analyse et de l'approbation du résumé pour décideurs, ce que disaient depuis des dizaines d'années les plus grands experts des sciences de la biodiversité, sans être suffisamment entendu, devenait soudain clair et audible. Le contexte, les attentes des citoyens du monde, et le regard de beaucoup de décideurs, avaient changé. Ce qui n'avait été pour beaucoup que des mots, « érosion de la

biodiversité », « pertes d'espèces », « effondrement des services écosystémiques », « impacts des activités humaines », « surexploitation de la biodiversité », « destruction des habitats naturels », prenait sens et l'idée de l'urgence, celle de freiner ces destructions, prenait corps.

Le soir même de la remise du rapport mondial, ses coordinateurs, le Dr. Anne Larigauderie, Sir Robert Watson, le Dr. Sandra Diaz, le Dr. Eduardo Brondizio, le Dr. Yonne-Jai Shin et le Dr. Paul Leadley étaient invités à dîner chez le Président de la République française ; une étape était franchie et toutes celles et ceux qui avaient longtemps rêvé d'une telle prise de conscience ont trouvé une nouvelle motivation à leur engagement scientifique ou militant.

C'est quoi un rapport de l'IPBES ?

Un rapport de l'IPBES découle d'une demande et d'une décision prise en plénière d'aborder un sujet particulier au travers de la mobilisation d'experts multidisciplinaires. Chaque rapport fait l'objet d'une phase de cadrage, ou *scoping*, qui permet de définir les objectifs et la structure du rapport, qui sont avalisés en plénière. Ensuite, sous l'égide du groupe d'experts multidisciplinaire de l'IPBES, un ensemble d'experts nommés par différents pays membres est rassemblé. Les experts travaillent pendant trois ans à la réalisation du document complet qui fait, en général, plus de mille pages se déclinant en plusieurs chapitres qui seront tous accompagnés d'un résumé exécutif. Le rapport est examiné deux fois par des experts extérieurs et une fois par les États. Les experts et les États renvoient leurs commentaires qui doivent être analysés, et pris en compte par les auteurs du rapport, un peu comme dans le cas des relectures d'articles scientifiques. Dans un second temps commence la rédaction du résumé pour décideurs. Ce résumé, de 20 à 30 pages, se base sur les résumés exécutifs des différents chapitres. Il est revu une fois par les experts extérieurs et deux fois par les États. C'est lui qui est analysé et approuvé ligne par ligne en plénière. Seule la version approuvée fait foi, d'où les précautions prises par l'IPBES pour éviter que la version présentée à la plénière ne « fuite » dans la presse, dès lors qu'elle sera modifiée de manière plus ou moins marquée tout au long du processus d'approbation. Ces modifications doivent être en cohérence avec le contenu du rapport global qui lui ne peut être modifié que par les auteurs eux-mêmes et pour des considérations scientifiques et non politiques.

L'organisation du rapport mondial

Le rapport mondial est organisé en six chapitres :

- Chapitre 1 : Évaluer une planète en transformation : justification, portée et approche de l'évaluation mondiale de l'IPBES portant sur la biodiversité et les services écosystémiques.
- Chapitre 2 : États et tendance des pressions, de la nature et des contributions de la nature aux populations humaines.
- Chapitre 3 : Évaluer les progrès accomplis dans la réalisation des grands objectifs internationaux liés à la nature et aux contributions de la nature aux populations humaines.
- Chapitre 4 : Définir les futurs plausibles de la nature, de ses contributions aux populations humaines et à leur bonne qualité de vie.
- Chapitre 5 : Les futurs souhaitables et les pistes pour y parvenir.
- Chapitre 6 : Les opportunités, défis et options pour les décideurs.

On notera ici des transformations majeures dans le vocabulaire utilisé et certains concepts sous-jacents, avec le remplacement quasi systématique du terme « biodiversité » par celui de « nature » et de l'expression « services écosystémiques » par celle de « contribution de la nature aux populations humaines ». Dans la suite du texte, nous privilégierons l'usage du mot « biodiversité » et du concept de « services écosystémiques », d'usage commun en France et en Europe.

Les grands enseignements à tirer du rapport de 2019

Le rapport de l'IPBES a mis en avant des messages majeurs qui sont de puissantes alertes lancées en direction des décideurs et aussi des encouragements à une action rapide :

• Le premier message est celui du déclin accéléré de la biodiversité et des fonctions et services écosystémiques, ce qui menace la qualité de vie des populations humaines :

- La biodiversité et les services que l'Homme en retire sont essentiels à la vie sur Terre et au maintien de la qualité de vie des populations. Mais ces services subissent une dégradation à l'échelle mondiale, alors qu'ils ne sont pas intégralement remplaçables.
- De plus en plus de nourriture, d'énergie et de biens matériels sont produits et consommés, au détriment de la capacité future de la nature à fournir ces services matériels, et de son rôle de régulatrice et de ses autres services non matériels.
- La biodiversité à l'échelle globale de la planète a été endommagée significativement par l'activité humaine, provoquant des modifications sans précédent et des effets en cascade. 70 % des terres, 40 % des océans et 50 % de l'étendue des cours d'eau sont altérés. Jamais autant d'espèces – un million, soit un quart des espèces animales et végétales – n'ont été menacées d'extinction par l'espèce humaine.
- Cette perte de biodiversité, et notamment de diversité génétique, accroît les risques sur la sécurité alimentaire en diminuant la résilience de nombreux systèmes agricoles. Le changement climatique, vis-à-vis duquel la biodiversité sera moins résiliente, accroît ce risque.

• Le second message porte sur l'incidence accrue des facteurs directs et indirects liés au changement global de la biodiversité. Les facteurs directs sont par ordre décroissant d'incidence :

- les changements dans l'utilisation des terres et des mers,
- l'exploitation des ressources,
- les changements climatiques,

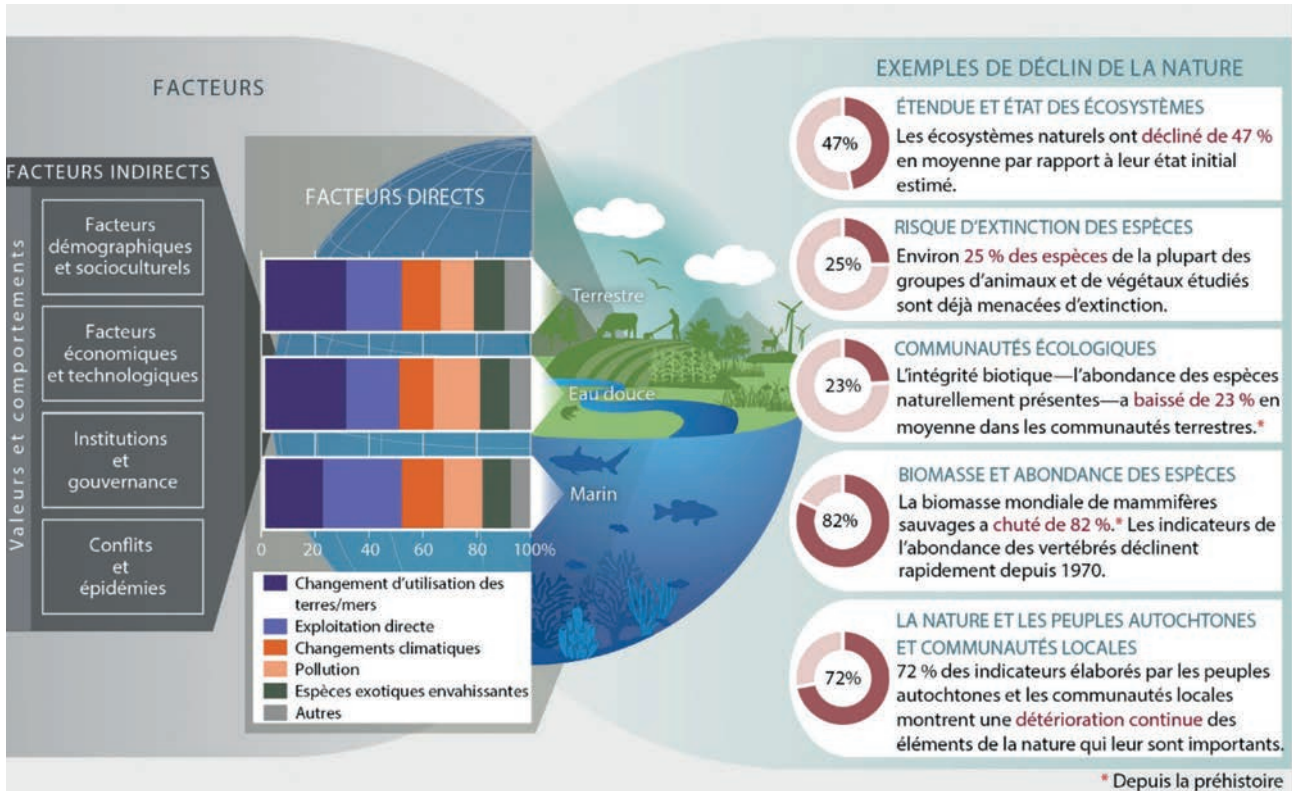


Figure 1 : Exemples de déclin observés dans la nature au niveau mondial, et soulignant le recul de la biodiversité provoqué par des facteurs de changement directs et indirects (IPBES, 2019).

- les pollutions,
- les espèces exotiques envahissantes.

Une des originalités du rapport de l'IPBES est d'avoir abordé la question des facteurs indirects de changement qui exercent une pression sur la biodiversité et les services. Ce sont :

- les modèles de production et de consommation,
- la démographie,
- le commerce,
- certains types d'innovation technologique,
- la gouvernance.

Le rapport indique que l'agriculture productiviste présente l'impact négatif le plus important, suivie de la foresterie non durable, de la chasse, et de la pêche qui est à l'origine de la surexploitation des océans. Il souligne le fait que le changement climatique exacerbe les autres facteurs et que ses effets s'accroissent. Il est rappelé que la pollution plastique a été multipliée par 10 depuis 1980 et qu'un cinquième de la surface de la planète est menacé par les espèces exotiques envahissantes.

L'explosion démographique et celle du commerce international, en augmentant la demande de ressources, ont conduit les humains à moins favoriser les contributions régulatrices de la biodiversité et à moins se préoccuper de la protection du capital naturel ; ils ont, à l'inverse, privilégié les contributions matérielles favorisant la production et la consommation.

Les mécanismes d'incitations économiques des systèmes actuels de gouvernance tendent à favoriser le développe-

ment d'activités souvent nuisibles à l'environnement, alors que la prise en compte de la biodiversité dans les mesures d'incitation peut permettre d'obtenir des résultats écologiques, sociaux et économiques positifs.

La contribution positive des peuples indigènes envers la biodiversité, bien que se détériorant, est aussi soulignée.

• Le troisième message fait le constat que l'atteinte des grands objectifs internationaux est conditionnée à la mise en œuvre de changements en profondeur.

- Les objectifs internationaux propres à la biodiversité (ceux de la Convention sur la diversité biologique – CDB –, dits objectifs d'Aichi), mais aussi la quasi-totalité des Objectifs de développement durable (ODD) liés à l'environnement, ne pourront être atteints en suivant les trajectoires actuelles, sauf à procéder à des changements systémiques – « transformateurs » – des modèles, objectifs et valeurs de nos systèmes économiques, sociaux et politiques.
- Les tendances négatives concernant la biodiversité et les écosystèmes vont freiner les progrès visant à atteindre les ODD, dans 80 % (35 sur 44) des cas où les cibles ont été évaluées ; en particulier, ceux liés à la pauvreté, à la faim, à la santé, à l'eau, aux villes, au climat, aux océans et aux sols.
- La perte de biodiversité apparaît donc comme un problème environnemental, mais aussi comme un enjeu lié au développement, à l'économie, à la sécurité, à la société et à l'éthique.
- Tous les scénarios, à l'exception de ceux qui envisagent des changements systémiques, prévoient la poursuite

jusqu'en 2050 des tendances négatives pour la biodiversité et ses services, compte-tenu des tendances croissantes en matière d'utilisation des terres, d'exploitation des organismes et de changements climatiques.

• **Le quatrième message insiste sur le fait que l'atteinte des objectifs sociétaux à l'échelle globale ne pourra se faire qu'à travers la mise en œuvre de mesures d'utilisation durable de la nature.**

- Il est encore possible d'utiliser la biodiversité de manière durable tout en atteignant d'autres objectifs sociétaux à l'échelle mondiale, mais cela nécessite un effort urgent et coordonné visant à un changement en profondeur. Ces objectifs sociétaux concernent l'alimentation, l'eau, l'énergie et le bien-être humain, l'atténuation et l'adaptation aux changements climatiques, et la conservation et l'usage durable de la biodiversité.
- Les structures actuelles sont souvent un frein au développement durable et constituent des facteurs indirects de perte de biodiversité. Un changement structurel est nécessaire. La transformation des secteurs public et privé passe par le développement d'actions de coopération à l'échelle internationale, la réforme des

systèmes de gouvernance locale, la mise en place de systèmes agricoles et aquacoles durables et la réforme des systèmes financiers et des accords commerciaux. Pour aller dans ce sens, de très nombreuses pistes d'action sont proposées dans un tableau de synthèse qui constitue à lui seul un des grands apports de l'évaluation IPBES.

Diverses options en matière de leviers d'action

Parmi les leviers d'action envisagés par le rapport de l'IPBES, on évoquera les options suivantes :

- Le développement et la gestion efficace du réseau actuel des aires protégées.
- Le besoin d'une gestion intégrée des paysages pour assurer la conservation de la nature, la restauration écologique, l'utilisation durable des ressources et la production durable (de nourriture, de matériaux et d'énergie), la gestion durable des forêts et la planification des infrastructures.
- Des systèmes agricoles, aquacoles et d'élevage durables préservant espèces, races, variétés et habitats locaux et

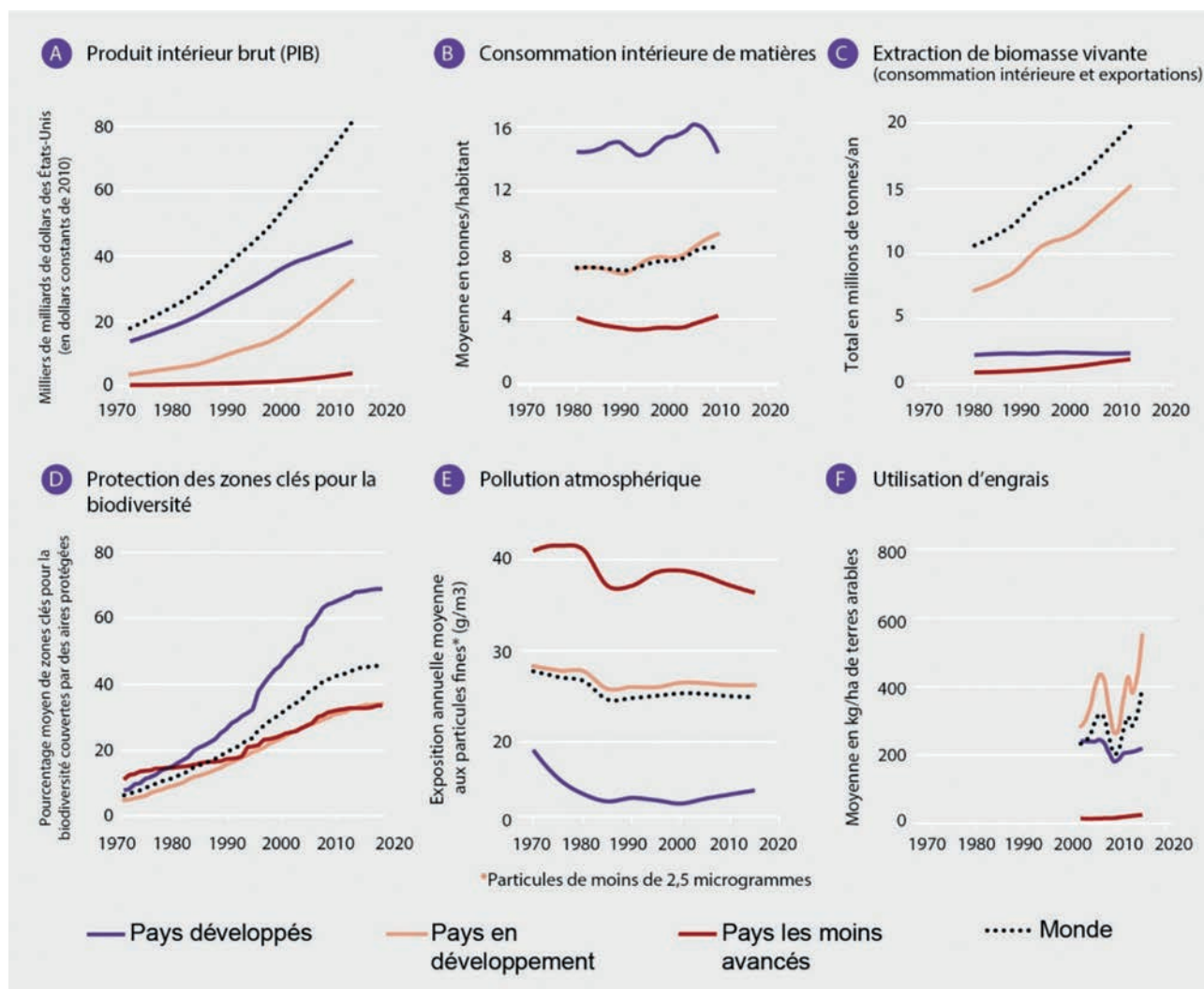


Figure 2 : Trajectoires de développement depuis 1970 au regard de certains indicateurs clés des interactions entre l'homme et l'environnement, lesquels mettent en évidence une forte augmentation de l'échelle de la croissance économique mondiale et de ses impacts sur la nature, avec de grandes disparités entre les pays développés, les pays en développement et les pays les moins avancés (IPBES, 2019).

permettant une restauration écologique. L'IPBES insiste sur des options telles que l'agriculture biologique, les pratiques agro-écologiques, l'agroforesterie, les systèmes sylvo-pastoraux, etc.

- Des pêcheries durables mettant en œuvre une gestion écosystémique afin de préserver et conserver les espèces marines et les stocks halieutiques, tout en limitant les pollutions.
- La reconnaissance des connaissances et pratiques des populations locales et autochtones et leur implication dans la gouvernance environnementale pour renforcer les actions de conservation et de restauration, tout en préservant leur propre qualité de vie.
- La lutte contre le changement climatique au travers de solutions fondées sur la gestion des terres et allant de pair avec les objectifs de conservation. L'IPBES rappelle que le développement à grande échelle des cultures énergétiques ou des plantations non forestières peut avoir des effets négatifs sur la biodiversité.
- Les solutions fondées sur la nature, en favorisant les infrastructures grises et vertes, peuvent aider à atteindre les ODD en ville.
- Des systèmes financiers et économiques mondiaux durables pour construire une économie ne reposant pas sur le paradigme de la croissance. Une telle évolution doit conduire à éliminer les subventions néfastes à la biodiversité et à substituer aux indicateurs économiques classiques, tels que le PIB, des indicateurs concrétisant une vision plus globale, plus durable et à long terme de l'économie et de la qualité de la vie.

Ce que l'on peut regretter

S'il faut souligner l'importance internationale du rapport global de l'IPBES et le partage du contenu de ses messages clés par les acteurs de la recherche sur la biodiversité, on peut regretter :

- Un positionnement de l'IPBES très anthropocentré, pour ne pas dire utilitariste, du moins lorsque l'on se réfère au texte du résumé pour décideurs. Pour sauvegarder l'ensemble de la biodiversité, il faut aussi conserver la biodiversité pour elle-même, indépendamment de son utilité pour les populations humaines et donc être attentif à :
 - L'importance des valeurs intrinsèques de la biodiversité.
 - La libre évolution des autres formes de vie sur Terre, ce qui sous-entend une politique ambitieuse en faveur des espaces protégés.
- La volonté des auteurs principaux de ce rapport émanant d'une organisation internationale d'imposer des changements conceptuels et de vocabulaire qui ne font pas consensus au sein de la communauté scientifique, alors qu'ils avaient déjà soulevé de très vives réactions suite à leur usage dans certains des rapports régionaux précédents :
 - Le remplacement du terme « biodiversité » par celui de « nature », qui n'a pas de définition scientifique.
 - Le remplacement de l'expression « services écosystémiques » par celle de « contribution de la nature aux populations » au prétexte, toujours discuté, que ce concept permet une prise en compte d'un ensemble plus large

et plus divers de systèmes de connaissance, mais aussi au prétexte, plus politique, que les services écosystémiques relèveraient strictement de la recherche occidentale, ce qui là encore est discutable.

Même si l'on peut en comprendre les motivations politiques et culturelles, on peut regretter que ces changements aient été à l'origine de querelles vives, et qu'ils puissent, du fait notamment des confusions qu'ils suscitent, rendre plus difficile le transfert de messages majeurs vers des acteurs qui, au niveau international, ont commencé à bien intégrer tout autant le concept de biodiversité que celui de services écosystémiques.

- Dans le rapport, et surtout dans la communication qui a accompagné le résumé pour décideurs, l'accent très fort mis sur les extinctions d'espèces (« Un million d'espèces menacées d'extinction »), un phénomène dramatique, mais qui ne doit pas faire oublier que la principale conséquence actuelle des pressions d'origine anthropique sur la biodiversité est l'effondrement des populations, au sein des espèces, qu'il s'agisse, par exemple, de mammifères, d'oiseaux, d'insectes ou d'amphibiens. Ces effondrements de populations mettent en cause le fonctionnement des écosystèmes, et cela même en l'absence de la disparition d'espèces.
- Une présentation des scénarios du futur de la biodiversité et des services qui peut décourager l'action, puisque ces scénarios conduisent tous à l'horizon 2050 à des situations très négatives, alors que d'autres scénarios montrent qu'il est possible d'envisager une amélioration de la situation si, dans l'intervalle, les politiques de conservation réussissent à préserver une part majeure de la biodiversité et si l'on s'engage dans une réduction significative des pressions directes et indirectes.

Des lacunes qui restent à combler

- Le résumé n'intègre pas le tableau des indicateurs principaux d'état et de tendance de la biodiversité, qui aurait été très utile pour les décideurs (il a été préparé par la France et amendé par l'auteur principal du chapitre, mais le processus n'a pas permis de l'intégrer, ni de l'étudier).
- Si les auteurs du rapport ont eu le courage politique de mettre les tendances démographiques humaines dans les facteurs indirects de pression sur la biodiversité, ce mouvement ne s'est pas traduit par des recommandations spécifiques dans le tableau qui dresse la liste des propositions issues de l'évaluation.
- Le chapitre 3 du rapport aborde la question des liens entre modifications anthropiques, perte de biodiversité et zoonoses. Mais il est probable que si la crise de la Covid-19 avait précédé la rédaction du rapport de l'IPBES, les interactions entre biodiversité et santé auraient pu faire l'objet d'une section spécifique de ce chapitre. Via une procédure de mise en place exceptionnelle, un rapport *ad hoc* expressément consacré à cette question est cependant annoncé par l'IPBES pour septembre 2020.
- L'exclusion des régions polaires du champ de l'évaluation mondiale, alors même que ces régions sont fortement impactées par le changement climatique et les activités humaines et que ces changements auront une incidence planétaire.

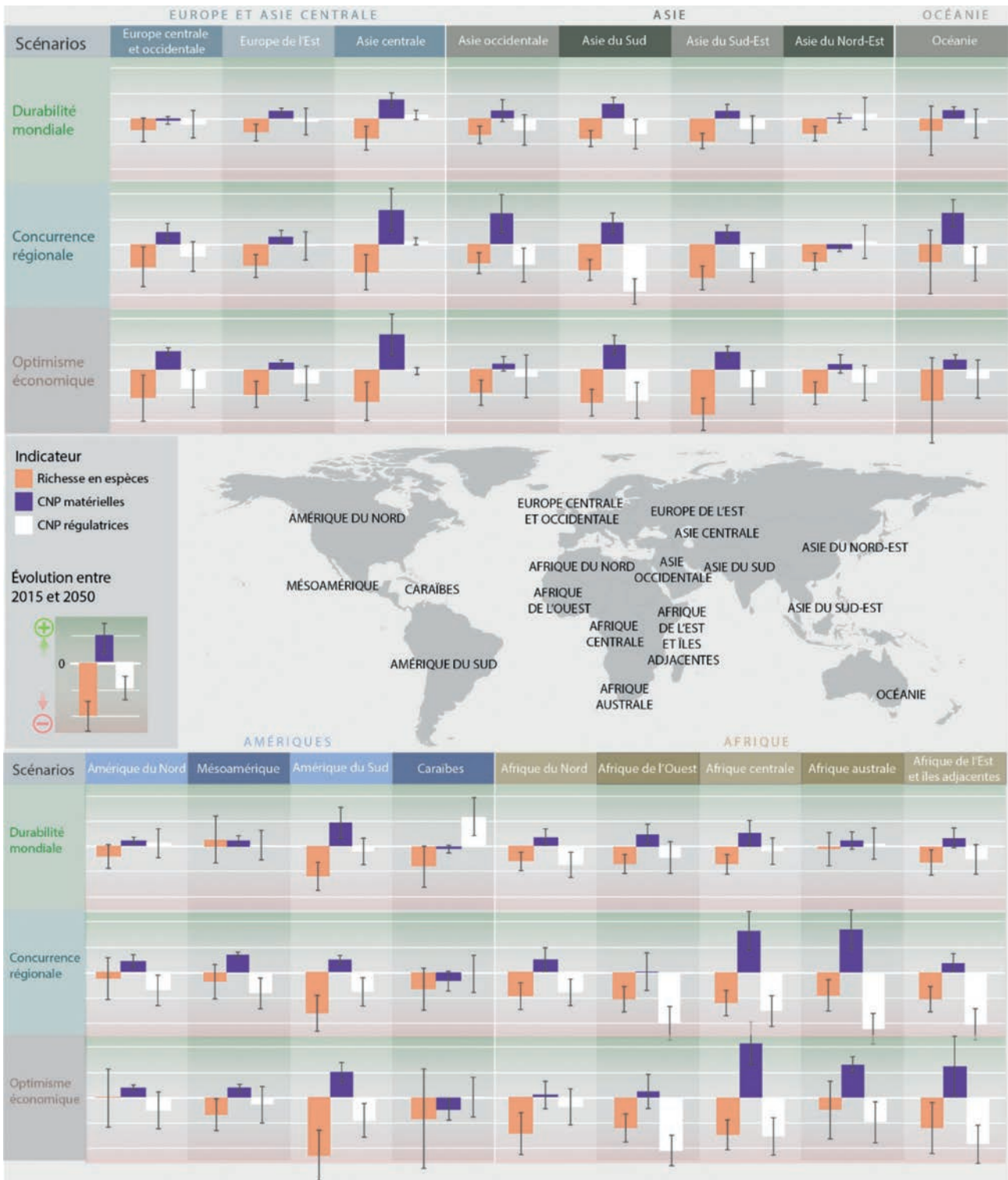


Figure 3 : Prévisions des impacts des changements dans l'utilisation des terres et des changements climatiques sur la biodiversité, et des contributions matérielles et régulatrices de la nature aux populations entre 2015 et 2050 (IPBES, 2019).

En conclusion

S'il serait présomptueux de dire que le rapport mondial de l'IPBES a modifié radicalement les perceptions de ceux qui réfléchissent à l'avenir de la planète, la crise de la Covid-19, qui, pour beaucoup de scientifiques des sciences de la biodiversité, vient conforter les messages clés de l'IPBES et tout particulièrement l'impératif de stopper les pertes de biodiversité et de services que les populations

humaines en retirent, montre que ce rapport intègre déjà les alertes relatives à toutes les crises qui nous attendent si nous n'agissons pas.

Il y aura donc un avant et un après le rapport de l'IPBES. Il présente certes des lacunes et l'on peut en critiquer certains aspects à fin d'amélioration, mais, reprenant les connaissances les plus exhaustives, il aura le mérite à la fois de fixer un instantané dramatique de l'état de

la biodiversité, d'expliquer en quoi la poursuite des tendances actuelles conduira à mettre en péril la biodiversité en général et les populations humaines en particulier, et d'indiquer que le pire peut être évité si l'on se décide à initier des actions, en listant ces dernières. Certains lecteurs du résumé, ou d'articles issus de celui-ci, n'auront retenu du rapport que l'appel à des changements systémiques, soit y voyant la justification de changer complètement l'ordre établi et le système économique mondial, soit, inversement, en s'inquiétant du caractère radical de cette perspective, alors que les recommandations détaillées fournies par le rapport constituent une véritable feuille de route à destination des décideurs de tous ordres pour aller vers l'action sans plus attendre. Un travail en cours à la FRB montre que les propositions d'actions de l'IPBES ne sont pas éloignées des grands types d'actions dans lesquelles s'engagent, ou commencent à s'engager, un grand nombre d'acteurs industriels ou associatifs français. On rejoint là la grande ambition du « *mainstreaming* » (inclure les enjeux de biodiversité dans tous les secteurs d'activité) portée par la CDB, et donc les réflexions en cours sur ce que l'on appelle le cadre post-2020 de cette convention, c'est-à-dire la définition des engagements futurs des États envers la biodiversité.

Il y a urgence à protéger activement ce qui reste de la biodiversité, tout en réduisant tout aussi activement les pressions que les activités humaines exercent sur elle.

Références bibliographiques et ressources

- CAZALIS V. *et al.* (2018), "Do we have to choose between feeding the human population and conserving nature? Modelling the global dependence of people on ecosystem services", *Science of the total environment* 634, pp. 1463-1474.
- DUGAST H. *et al.* (2019), *Évaluation mondiale de la biodiversité et des services écosystémiques. Principaux messages de l'évaluation IPBES*, <https://www.fondationbiodiversite.fr/wp-content/uploads/2019/11/IPBES-Depliant-Rapport-2019.pdf>
- HENDERSON K. & LOREAU M. (2018), "How ecological feedbacks between human population and land cover influence sustainability", *PLOS Computational Biology* 1, <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1006389>
- KADYKALO A. *et al.* (2019), "Disentangling 'ecosystem services' and 'nature's contributions to people'", *Ecosystems and people* 15 (1), pp. 269-287.
- LE ROUX X. & SILVAIN J.-F. (2020), « Crise de la biodiversité : vision catastrophiste ou réalité scientifique ? », *Science et pseudo-sciences*, 331, pp. 13-18.
- LEVREL H. *et al.* (2020), *D'une économie de la biodiversité à une économie de la conservation de la biodiversité*, <https://www.fondationbiodiversite.fr/wp-content/uploads/2020/06/03-06-2020-Opinion-Economie-biodiversite.pdf>
- RUCKELSHAUS M. H. *et al.* (2020), "The IPBES Global Assessment: Pathways to Action", *Trends in Ecology & Evolution* 35 (5), pp. 407-414.
- SILVAIN J.-F. *et al.* (coord.) (2020), *Mobilisation de la FRB par les pouvoirs publics français sur les liens entre Covid-19 et biodiversité*, <https://www.fondationbiodiversite.fr/wp-content/uploads/2020/05/Mobilisation-FRB-Covid-19-15-05-2020-1.pdf>
- SITAS N. *et al.* (2019), "Exploring the usefulness of scenario archetypes in science-policy processes: experience across IPBES assessments", *Ecology and Society* 24(3):35.
- STEVANCE A.-S. *et al.* (2020), "The 2019 review of IPBES and future priorities: reaching beyond assessment to enhance policy impact", *Ecosystems and People* 16 (1), pp. 70-77.
- WASHBOURNE C.-L. *et al.* (2020), "Improving collaboration between ecosystem service communities and the IPBES science-policy platform", *Ecosystems and people* 16 (1), pp. 165-174.

Sites Internet

- https://IPBES.net/sites/default/files/IPBES_7_10_add.1_fr.pdf
- https://IPBES.net/sites/default/files/IPBES_global_assessment_chapter_1_unedited_31may.pdf
- https://IPBES.net/sites/default/files/IPBES_global_assessment_chapter_2_1_drivers_unedited_31may.pdf
- https://IPBES.net/sites/default/files/IPBES_global_assessment_chapter_2_2_nature_unedited_31may.pdf
- https://IPBES.net/sites/default/files/IPBES_global_assessment_chapter_2_3_ncp_unedited_31may.pdf
- https://IPBES.net/sites/default/files/IPBES_global_assessment_chapter_3_unedited_31may.pdf
- https://IPBES.net/sites/default/files/IPBES_global_assessment_chapter_4_unedited_31may.pdf
- https://IPBES.net/sites/default/files/IPBES_global_assessment_chapter_5_unedited_31may.pdf
- https://IPBES.net/sites/default/files/IPBES_global_assessment_chapter_6_unedited_31may.pdf
- <https://spark.adobe.com/page/64d99J8gmHns7/>

La biodiversité dans le temps long ⁽¹⁾

Par Bruno DAVID

Président du Muséum national d'Histoire naturelle

La planète a traversé cinq extinctions majeures depuis le début du phanérozoïque. Toutes ont eu leurs spécificités, mais, à chaque fois, la biodiversité qui a émergé après la crise était fort différente de celle qui avait précédé, il y a eu des perdants et des gagnants. Aujourd'hui la biosphère semble engagée dans une sixième crise. Est-ce bien le cas ? Les processus en cours sont-ils comparables à ceux des crises des temps géologiques ? Quels enseignements tirer du passé ?

Les premiers témoins indirects de la présence de vie sur Terre, des kérogènes enrichis en carbone allégé, remontent à environ 3 800 millions d'années (Ma) et les premières formes de vie identifiables à 3 430 Ma en Australie, les stromatolithes de Pilbara (Allwood *et al.*, 2006), ou en Afrique du Sud. Depuis, l'histoire de la biosphère a été un chemin sinueux et semé d'embûches, jalonné de crises majeures qui ont, à chaque fois, bouleversé son équilibre. Preuve que les équilibres de la planète sont précaires et soumis à des forces qui œuvrent sur le temps long.

Aujourd'hui, avec l'avènement d'une période fortement marquée par les activités humaines, ce qui a conduit le chimiste Paul Crutzen à forger le terme « anthropocène » (Le Gall *et al.*, 2017), la biosphère aborde une nouvelle crise potentiellement de grande ampleur. Cette crise de la biodiversité est perceptible par tout un chacun et au travers de nombreux indicateurs que sont l'évolution du climat, l'extension des zones urbaines, le déclin visible de certaines espèces... Au-delà de la connaissance et du suivi des processus en œuvre sur le temps court de quelques siècles, les archives sédimentaires de l'histoire de la Terre nous offrent des exemples divers des crises qui ont affecté la biosphère à des périodes plus ou moins lointaines (De Wever et David, 2015). La comparaison de la crise qui nous touche actuellement avec ces épisodes du passé géologique peut être riche d'enseignements. Les processus en jeu sont-ils de même nature que ceux impliqués dans les crises anciennes ? Les vitesses sont-elles comparables ? Les causes sont-elles partagées ? Autrement dit, la comparaison est-elle pertinente ?

Penser les crises à l'échelle géologique

Pour répondre à ces questions qui touchent directement à l'avenir de notre planète et nous concernent tous quelle que soit notre origine géographique, il est impératif de dé-

finir ce qu'est une crise de la biodiversité. Pour cela, partons de trois exemples qui illustrent l'ampleur des crises passées.

Le premier exemple est ancien et remonte aux alentours de 700 Ma. À cette époque, la Terre traverse plusieurs épisodes de « *snowball* » ou « Terre boule de neige » qui sont vraisemblablement liés au développement de la vie, dont le métabolisme a changé la composition de l'atmosphère (Hoffman *et al.*, 2017). Le refroidissement est intense et la planète est presque complètement englacée. En effet, les observations de terrain inclinent à penser que les continents étaient recouverts par de gigantesques calottes glaciaires et que les océans étaient également englacés, au moins partiellement en surface ou à certaines saisons. Ces hypothèses s'appuient sur des témoins sédimentaires, notamment des roches larguées par les icebergs (*ice rafted debris*) que l'on retrouve sous toutes les latitudes de l'époque. On connaît de manière assez précise deux épisodes majeurs de « *snowball* », l'un à 720 Ma (glaciation sturtienne) et l'autre à 635 Ma (glaciation marinoenne). La sortie de ces périodes de Terre englacée s'est sans doute opérée grâce à des événements volcaniques intenses qui ont provoqué des effets de serre ayant conduit au réchauffement de la Terre.

Le deuxième exemple prend place il y a 250 Ma. Cet événement correspond à LA grande crise de la biodiversité (Benton, 2005). On sait qu'à cette époque, le volcanisme est très actif et que la teneur en dioxygène des océans est faible. Se succèdent alors des changements de température récurrents : il fait froid puis très chaud, et à nouveau froid... et la Terre connaît ainsi d'importantes oscillations climatiques. Les continents constituent alors un seul bloc et les zones côtières peu profondes sont restreintes. Dans ce contexte, 90 % des espèces disparaissent. De nombreux groupes s'éteignent, d'autres franchissent la crise de justesse, comme les oursins dont moins de cinq espèces existent au début du Trias. À ce moment-là, la vie macroscopique aurait pu s'éteindre sur Terre. Pour le moins, les radiations qui font suite à la crise aboutissent à installer sur Terre une biosphère très nouvelle.

(1) Certains passages de ce texte sont empruntés à *À l'ombre des crises anciennes*, DAVID B., 2018.

Troisième exemple : il y a 55 Ma à la suite d'un réchauffement bref mais brutal (Turner *et al.*, 2017), on observe des extinctions en mer, des migrations d'espèces et des renouvellements fauniques. La température de surface de certaines zones de l'océan auraient même atteint 34 degrés en moyenne annuelle (Winguth *et al.*, 2009).

Que nous disent ces trois exemples ? Ils conduisent à nous interroger sur ce qu'est une crise de la biodiversité, ce à quoi il est possible d'apporter un début de réponse en se fondant sur trois critères essentiels :

- Dans l'espace, elle est nécessairement globale ou du moins largement étendue : un événement local n'est pas une crise.
- Dans le temps, elle est brutale. Elle est un instantané, mais un instantané à l'échelle géologique. Ce qui signifie qu'une crise s'étend sur des durées de l'ordre du million d'années.
- Enfin, elle a un impact général, c'est-à-dire que plusieurs groupes biologiques sont impactés, elle ne cible pas une catégorie précise de la biodiversité.

Ces trois critères sont nécessaires pour pouvoir parler d'une grande crise, mais il faut garder à l'esprit que l'histoire de la biosphère s'étend sur 3 800 Ma. Une longue histoire dont il est difficile d'appréhender l'ampleur, car nous sommes habitués par la durée de nos vies ou même de nos sociétés à penser en années, décennies, siècles ou millénaires. En effet, nous abordons ici un point crucial de la réflexion qui se fonde sur les durées géologiques du temps. Pour en donner une image concrète, si l'on compare l'histoire de la vie (3 800 millions d'années) à la hauteur de la Tour Eiffel, en supposant que l'origine de la vie se place au niveau du Champ de Mars et, qu'aujourd'hui, nous sommes au sommet de l'antenne, l'histoire de l'ère chrétienne (soit 2020 années) tient dans l'épaisseur du dernier coup de pinceau sur le sommet de l'antenne.

À la lumière des crises anciennes, en estimer l'ampleur et la vitesse

Cinq crises majeures, dont trois véritablement cataclysmiques, ont été recensées durant les 500 derniers millions d'années, et l'on en connaît une cinquantaine d'autres de moindre ampleur au cours de cette même période. Bien qu'aucune ne corresponde exactement à la situation actuelle, ces crises anciennes sont des expériences grandeur nature pour tenter de mieux comprendre ce qui se passe aujourd'hui. En effet, chaque crise est unique : il n'y a pas deux crises qui soient totalement identiques, chaque contexte étant original. Mais si aucune crise du passé n'est un analogue crédible de l'actuelle, ensemble elles représentent un échantillonnage statistique d'une cinquantaine de situations particulières dont on peut tirer des enseignements et poser quelques points de référence.

En termes d'ampleur que constate-t-on ? Les 500 derniers millions d'années ont été découpés en tranches de million d'années ; et pour chacune des 500 tranches correspondantes, le pourcentage d'espèces qui ne franchissaient pas le cap de la tranche suivante a été estimé (Raup, 1994). Cela permet de quantifier le bruit de fond

des extinctions sur le temps long. La courbe de distribution de ces extinctions est asymétrique. Elle montre un pic qui indique un bruit de fond d'environ 20 % d'extinction par tranche, puis s'étale vers les pourcentages plus élevés. Les tranches synchrones des cinq grandes crises affichent un taux d'environ 80 %.

Par ailleurs, les données du *Millenium ecosystem assessments* fournissent un taux d'extinction pour des groupes bien connus comme les oiseaux, les mammifères ou les amphibiens depuis environ 150 à 200 ans. Si l'on extrapole ces données recueillies depuis 200 ans sur une durée d'un million d'années, on obtient un taux d'extinction de 8 000 % pour les mammifères (ce qui suppose une disparition complète de ceux-ci sur un laps de temps bien plus court, puisque 100 % sont suffisants pour constater leur éradication). Toutefois, cet exercice revient à comparer une vitesse moyenne à une vitesse instantanée en passant d'une moyenne sur un million d'années, à l'extrapolation d'observations sur 200 ans rapportées au million d'années, ce qui est scientifiquement aventureux. Néanmoins, même en imaginant avoir surestimé le processus d'un ordre de grandeur, voire de deux ordres de grandeur, il demeure que la crise actuelle s'engage au minimum sur le même rythme d'extinction que celui des cinq grandes crises du passé, et même sans doute à un rythme bien plus rapide.

Dans le même registre, des scientifiques ont comptabilisé les extinctions constatées pour différents groupes zoologiques : elles sont encore peu nombreuses, de l'ordre de 1 à 2 % des espèces de chaque groupe (Barnosky *et al.*, 2011). Donc peu d'espèces se sont véritablement éteintes. Et même en y ajoutant les espèces en danger d'extinction recensées sur les listes rouges de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), le taux reste autour de 20 %, loin des 75 ou 80 % des crises du passé. Nous voici rassurés, la crise actuelle en est donc encore à ses débuts en termes d'amplitude, ce que nous confirme le dernier rapport de l'IPBES qui annonce que 500 000 à un million d'espèces pourraient s'éteindre dans les décennies à venir, soit grosso modo 10 % de la biodiversité. Mais nous oublions ici le paramètre le plus important qui est la vitesse à laquelle la biodiversité actuelle se rapproche d'une extinction majeure, et donc le temps nous en séparant. L'amplitude correspond au chemin qu'il reste à parcourir par rapport aux grandes crises du passé, c'est-à-dire pour atteindre la barre des 75-80 %. Nous en sommes encore loin, mais la pente de la courbe qui donne la vitesse indique que cela va très vite, 100 à 1 000 fois plus vite que lors de n'importe laquelle des crises anciennes. Simplement, nous sommes au tout début du voyage, mais on s'y engage très vite.

Les crises anciennes attestent d'impacts majeurs sur l'évolution de la vie. L'épisode de la *snowball* de 720 Ma pourrait avoir été à l'origine de la différenciation entre deux grands groupes de végétaux, les chlorophytes (algues vertes et microalgues) et les streptophytes (les plantes vertes, notamment) (Becker, 2012). Lors de crises, des effets de seuil ont fait basculer d'un monde à un autre, à l'image du succès des mammifères qui ont pris la place



Le frelon asiatique, un prédateur de l'abeille à miel.

« La modification des écosystèmes par l'introduction d'espèces exotiques, tant dans le domaine continental (jacinthe d'eau, frelon asiatique, pyrale du buis, perche du Nil, écrevisse de Floride...) que dans le domaine marin (caulerpe, étoile de mer du Japon, moule zébrée...), a une empreinte plus considérable. »

laissée vacante par les dinosaures à l'aube du Tertiaire. Une estimation du pourcentage des écosystèmes terrestres affectés par les activités humaines a été tentée : en 1700, il y en a peu, mais leur part s'accroît au cours des siècles suivants (Barnosky *et al.*, 2012). Les prédictions convergent pour suggérer qu'un point de basculement, à partir duquel on ne pourra plus revenir en arrière, pourrait être atteint au cours de ce siècle. Cela signifie que l'action humaine aura alors tellement déstabilisé les écosystèmes qu'un seuil sera atteint et que la planète dans son ensemble basculera vers un autre mode de fonctionnement, sans être en mesure de prévoir ni les modalités ni le moment de ce basculement. La biosphère pourrait être radicalement différente de celle que nous connaissons.

À la lumière des crises anciennes, en déterminer les mécanismes

Tous les ingrédients d'une crise majeure sont aujourd'hui rassemblés au point que l'on parle de sixième extinction des espèces. Une des leçons que délivre le passé est que toutes les crises ont été multifactorielles. Le climat en a souvent été le facteur ultime, mais en étant toujours lié à du volcanisme, parfois à des chutes de grosses météorites, à une paléogéographie particulière, à de l'anoxie océanique... La crise actuelle est également multifac-

torielle. Parmi ces facteurs, le changement climatique, souvent mis en exergue, existe, mais il ne représente sans doute pas l'impact le plus fort qu'a l'humanité sur la planète. Les changements d'usages (destruction des espaces naturels), l'épuisement des ressources (la pêche, par exemple), les pollutions diverses ou la modification des écosystèmes par l'introduction d'espèces exotiques, tant dans le domaine continental (jacinthe d'eau, frelon asiatique, pyrale du buis, perche du Nil, écrevisse de Floride...) que dans le domaine marin (caulerpe, étoile de mer du Japon, moule zébrée...), ont une empreinte plus considérable.

Une autre leçon importante est que les crises du passé n'ont pas été des hécatombes, c'est-à-dire des pics de mortalité locaux ou impactant une catégorie restreinte de taxons. Les crises ont été plus insidieuses : elles ont conduit *in fine* à l'extinction de nombreuses espèces *via* des déclinés progressifs, des diminutions d'abondance liées à une diminution du succès reproducteur faisant que de génération en génération, il y avait de moins en moins d'individus. Aujourd'hui, des hécatombes surviennent, comme lors d'une marée noire, lors de la pollution d'une rivière ou d'un incendie de forêt, mais ces hécatombes locales ne sont pas de l'ampleur d'une grande crise. En revanche, 420 millions d'oiseaux communs ont disparu d'Europe en

trente ans, soit une chute de 25 % des effectifs. Ce n'est pas une hécatombe mais bien une diminution du succès reproducteur : moins d'œufs, moins de succès à l'envol, moins d'individus à la génération suivante... D'autres cas d'étude largement médiatisés concernent les mammifères, les insectes ou les amphibiens ; des prédictions sont proposées (Tilman *et al.*, 2017). Nous sommes face au même processus que celui qui a prévalu lors des crises du passé.

Questions en suspens

Nous devons désormais admettre le fait – un faisceau d'observations convergentes en atteste – que la planète est en marche vers une autre structuration de la biosphère, ce qui correspond très exactement à une crise. Les questions désormais centrales sont : quelles sont les conditions environnant ce processus ? Quelle est la vulnérabilité de la biosphère actuelle par rapport aux biosphères qui ont subi des crises dans le passé ? Les réseaux d'interactions qui la traversent la rendent-elle plus ou moins vulnérable ? Comment sa structuration actuelle en biomes et biotes peut-elle amortir ou amplifier les impacts d'une crise ? La géographie actuelle des continents et des océans est-elle protectrice ou amplificatrice ? Les cycles astronomiques à venir sont-ils favorables pour amortir les effets du changement ? Des questions difficiles qui n'ont pas été véritablement explorées.

Enfin, la véritable originalité de la crise actuelle est que pour la première fois, une espèce en est la cause. Cette espèce est très abondante, elle atteint les 7,8 milliards d'individus qui, par ailleurs, se déplacent beaucoup, ce qui amplifie l'impact de chacun d'eux. Cette espèce, c'est l'espèce humaine, et il semble aujourd'hui urgent de prendre collectivement la mesure de cet impact pour protéger la biodiversité, mais également pour préserver notre destin commun.

Références bibliographiques

ALLWOOD A. C., WALTER M. R., KAMBER B. S., MARSHALL C. P. & BURCH I. W. (2006), "Stromatolite reef from the early Archaean era of Australia", *Nature* 441, pp. 714-718.

BARNOSKY A. D., MATZKE N., TOMIYA S., WOGAN G. O. U., SWARTZ B., QUENTAL T. B., MARSHALL C., McGUIRE J. L., LINDSEY E. L., MAGUIRE K. C., MERSEY B. & FERRER E. A. (2011), "Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?", *Nature* 471, pp. 51-57.

BARNOSKY A. D., HADLY E. A., BASCOMPTE J., BERLOW E. L., BROWN J. H., FORTELIUS M., GETZ W. M., HARTE J., HASTINGS A., MARQUET P. A., MARTINEZ N. D., MOOERS A., ROOPNARINE P., VERMEIJ G., WILLIAMS J. W., GILLEPSIE R., KITZE J., MARSHALL C., MATZKE N., MINDELL D. P., REVILLA E. & SMITH A. B. (2012), "Approaching a state shift in Earth's biosphere", *Nature* 486, pp. 52-58.

BECKER B. (2013), "Snow ball earth and the split of Streptophyta and Chlorophyta", *Trends Plant Sci.* 18(4), pp. 180-183.

BENTON M. J. (2005), *When Life Nearly Died: The Greatest Mass Extinction of All Time*, Thames & Hudson.

DE WEVER P. & DAVID B. (2015), *La biodiversité de crise en crise*, Paris, Albin Michel.

HOFFMAN P. F., ABBOT D. S., ASHKENAZY Y., BENN D. I., BROCKS J. J., COHEN P. A., COX G. M., CREVELING J. R., DONNADIEU Y., ERWIN D. H., FAIRCHILD I. J., FERREIRA D., GOODMAN J. C., HALVERSON G. P., JANSEN M. F., LE HIR G., LOVE G. D., MACDONALD F. A., MALOOF A. C., PARTIN C. A., RAMSTEIN G., ROSE B. E. J., ROSE C. V., SADLER P. M., TZIPERMAN E., VOIGT A. & WARREN S. G. (2017), "Snowball Earth climate dynamics and Cryogenian geology-geobiology", *Science Advances* 3, pp. 1-43.

LE GALL J., HAMANT O. & BOURON J. B. (2017), « Anthropocène », *Géococonfluences*.

RAUP D. (1994), "The role of extinction in evolution", *PNAS* 91(15), pp. 6758-6763.

TILMAN D., CLARK M., WILLIAMS D. R., KIMMEL K., POLASKY S. & PACKER C. (2017), "Future threats to biodiversity and pathways to their preservation", *Nature* 546, pp. 73-81.

TURNER S. K., HULL P. M., KUMP L. R. & RIDGWELL A. (2017), "A probabilistic assessment of the rapidity of the PETM onset", *Nature communication* 8:353.

WINGUTH A., SHELLITO C., SHIELDS C. & WINGUTH C. (2009), "Climate Response at the Paleocene – Eocene Thermal Maximum to Greenhouse Gas Forcing – A Model Study with CCSM3", *Journal of Climate* 23, pp. 2562-2584.

Biodiversité en crise et adaptation

Par Pierre-Olivier CHEPTOU

CEFE UMR 5175, CNRS, Université de Montpellier, Université Paul-Valéry

La crise actuelle de la biodiversité est un objet de préoccupation pour les sociétés humaines, en particulier du fait des services écosystémiques rendus par les espèces. Paradoxalement, les crises biologiques sont des périodes de renouveau, d'adaptation rapide de la biodiversité, comme l'ont montré les crises passées. Face aux changements actuels, les espèces sont susceptibles de s'adapter par sélection naturelle. Le rôle de cette dernière, comme rempart à l'extinction des populations, a été formalisé dans le modèle de sauvetage évolutif. Un examen de la littérature scientifique montre que les espèces (animaux, plantes...) s'adaptent aux changements (réchauffement climatique, déclin des pollinisateurs...). Par contre, le rôle de l'adaptation dans l'atténuation des processus d'extinction est sujet à discussion. Si l'adaptation ne permet pas, dans la majorité des cas, d'éviter l'extinction (comme le montrent les faits), il est probable que l'adaptation des espèces se traduise par des modifications importantes des relations de dépendance entre espèces dans les écosystèmes (par exemple, les relations trophiques) et, ainsi, du fonctionnement des écosystèmes.

Introduction

La biodiversité actuelle subit des bouleversements majeurs. Il est admis que nous assistons à la sixième crise biologique. On estime qu'il disparaît entre 17 000 et 100 000 espèces chaque année. Actuellement, une espèce de plantes sur huit est menacée d'extinction. Les projections annoncent qu'un cinquième de toutes les espèces vivantes pourrait disparaître dans les trente prochaines années [1]. Si la planète a connu dans son histoire plusieurs crises d'extinction, la particularité de celle-ci est le rôle majeur d'une espèce dominante, *Homo sapiens*. La quasi-totalité des milieux subissent l'impact de l'homme. Nous avons aussi des preuves tangibles que certains écosystèmes, parmi les plus riches en biodiversité (récifs coralliens, forêts tropicales, marais), sont détruits par la pollution humaine ou par l'exploitation du milieu (ressources). Cette situation est un objet de fortes préoccupations, en particulier du fait que la biodiversité peut fournir des services à l'activité humaine. Si le rôle de la biodiversité est parfois mal identifié dans sa globalité, il est avéré que l'extinction de certains groupes est susceptible d'affecter en retour les activités humaines. Le déclin des pollinisateurs dans les pays industrialisés apparaît comme emblématique sur ce point. Les pollinisateurs sauvages fournissent un service de pollinisation à l'agriculture pour la production de cultures qui pour 70 % d'entre elles en dépendent à l'échelle de la planète ; le coût de ce service a été estimé à plus de 150 millions d'euros [2].

Mais les crises sont paradoxalement des périodes de renouveau de la biodiversité. L'extinction des dinosaures, il

y a 60 millions d'années, a permis la radiation des mammifères. Ces périodes de bouleversements majeurs engendrent la mise en place de nouvelles faunes et de nouvelles flores. Par exemple, la radiation des 800 espèces de figuiers a été synchronisée avec celle de ses pollinisateurs, souvent spécifiques [3]. La crise de la biodiversité se mesure souvent en nombre d'espèces perdues, les espèces étant vues comme des entités statiques. Cependant, la génétique des populations a montré depuis soixante ans que les espèces ne sont pas uniformes : les populations peuvent se différencier en fonction des conditions locales. Par exemple, la date de floraison varie en général sur un gradient Nord Sud, chaque population étant adaptée aux conditions climatiques locales. Par ailleurs, une des avancées récentes en sciences de l'évolution est la mise en évidence de la rapidité de l'évolution, contrairement à la vision classique Darwinienne qui fait l'hypothèse d'une évolution très lente ("We see nothing of these [evolutionary] slow changes in progress, until the hand of time has marked the long lapse of ages"[4]).

Dès lors, face aux changements globaux, on peut s'interroger sur la capacité des populations à s'adapter à ces nouvelles conditions par sélection naturelle et se demander si cette évolution pourrait constituer un rempart face à l'extinction de la biodiversité.

Le cadre conceptuel du sauvetage évolutif

Le modèle du sauvetage évolutif est un modèle conceptuel récent proposé par Gomulkiewicz et Holt [5]. Il émet l'idée

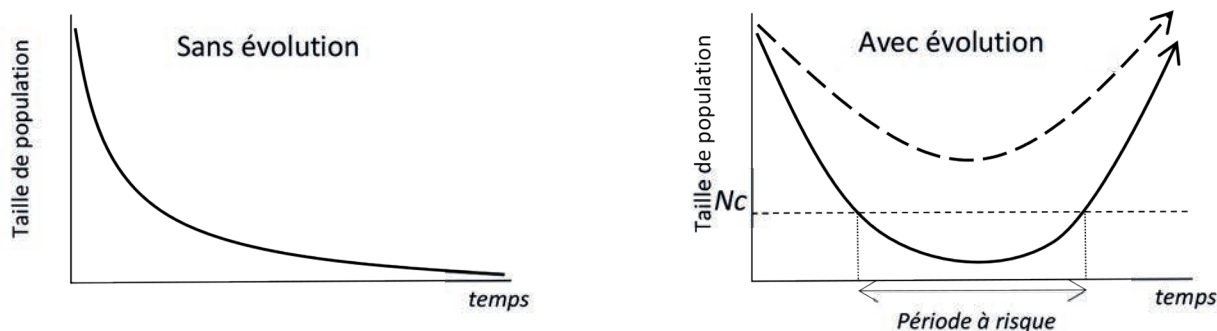


Figure 1 : Modèle du sauvetage évolutif (d'après Gomulkiewicz et Holt, 1995). Après un changement environnemental (par exemple, un changement climatique, une pollution...). Sur le graphique de gauche, une population incapable de s'adapter au nouvel environnement (sans évolution) est vouée à une extinction certaine (déterministe). Sur le graphique de droite, l'adaptation rapide de la population au nouvel environnement (évolution) peut permettre de recouvrer une population viable (courbe du haut). En cas d'adaptation moins rapide (courbe du bas), la taille de la population peut être fortement réduite. Au-dessous du seuil critique N_c , la population peut éventuellement disparaître de manière stochastique durant la période à risque.

que face à un changement environnemental (hausse des températures, fragmentation, pollution...), l'adaptation génétique (ou évolution) peut permettre un évitement de l'extinction pour des populations qui, sans évolution, seraient vouées à l'extinction (voir la Figure 1). Ce modèle met en lumière plusieurs conditions au sauvetage. D'abord, l'évolution n'est possible que s'il existe des variants dans les populations. Ceux-ci peuvent préexister aux changements, mais peuvent aussi être le fait de mutations nouvelles dans le génome qui vont générer de nouveaux phénotypes. La quantité des variations présentes va conditionner la vitesse d'évolution : plus il y a de variants dans la population, et plus il sera facile de sélectionner ceux qui sont adaptés aux nouvelles conditions. La taille de la population est aussi importante. Une grande taille de population augmentera la probabilité d'obtenir une mutation favorable. Pour des petites populations, la baisse transitoire de la taille de la population peut aussi engendrer une extinction par hasard, alors qu'une population présentant les mêmes caractéristiques mais plus grande aurait échappé à celle-ci. En l'état actuel des connaissances, ce modèle a été essentiellement testé en laboratoire sur des microorganismes. Dans ces expériences, on impose un changement environnemental et on observe l'évolution et la démographie des populations au cours du temps. Les expériences réalisées ont globalement validé le modèle théorique : le sauvetage est d'autant plus probable que les populations sont grandes et que la variation génétique est substantielle dans les populations considérées [6]. L'application de ce modèle aux populations évoluant en milieu naturel a cependant été très peu développée, et son application aux espèces subissant des changements globaux reste un enjeu de recherche majeur actuellement en écologie/sciences de l'évolution.

Évolution des espèces dans les milieux anthropisés

Face aux changements globaux, de nombreuses études ont montré que les espèces s'adaptent, souvent rapidement. Hendry et collaborateurs [7] ont proposé une synthèse sur ce sujet. Dans ce contexte, l'adaptation des plantes ou des animaux sauvages à l'environnement

urbain est un modèle de choix pour étudier l'adaptation face aux changements globaux. Contrairement à l'idée répandue, les espèces sauvages sont nombreuses en ville, même si le nombre de leurs individus est faible. La ville représente un laboratoire à ciel ouvert pour les écologistes, car ce milieu est souvent extrême. Dans une certaine mesure, le milieu urbain représente un condensé des changements que l'on observe sur l'ensemble de la planète. C'est un milieu plus chaud, plus sec que la campagne environnante (îlot de chaleur), qui peut être mis à profit pour étudier l'impact du changement climatique dans une région. C'est un milieu extrêmement fragmenté du fait de son artificialisation. Ainsi, Cheptou et Lambrecht [8] ont montré que l'espèce *Crepis sancta* (voir la Figure 2 de la page suivante) s'est, à l'échelle de la ville de Montpellier, adaptée à la température urbaine (+ 2-3°C) et au stress hydrique. De manière intéressante, l'espèce s'est adaptée à la fragmentation extrême de l'habitat considéré en moins de 15 ans, en modifiant la stratégie de dispersion de ses graines. En ville, cette espèce se développe dans de petits îlots de terre et, dans la mesure où les graines dispersantes se perdent le plus souvent sur le bitume des villes, les populations urbaines de l'espèce considérée présentent une proportion de graines dispersantes plus faible en ville que dans la campagne environnante, en accord avec la sélection naturelle.

Les agrosystèmes sont aussi des milieux extrêmement perturbés, qui subissent l'influence anthropique et les changements de climat. Parmi les nombreux organismes sauvages que l'on y trouve, les plantes adventices subissent de plein fouet la modernisation des pratiques agricoles et les changements climatiques. En utilisant des graines anciennes, vieilles d'une vingtaine d'années, issues des conservatoires botaniques, et des graines collectées quelques dizaines d'années plus tard sur la même parcelle (méthode dite d'écologie de la résurrection), il est possible de caractériser les évolutions génétiques qui se sont produites au cours des dernières décennies. Ainsi, Thomann et collaborateurs [9], qui ont étudié une population de bleuet (*Cyanus segetum*) du Nord de la France, ont pu montrer des évolutions importantes chez cette espèce. Le résultat majeur est la mise en évidence d'une avancée



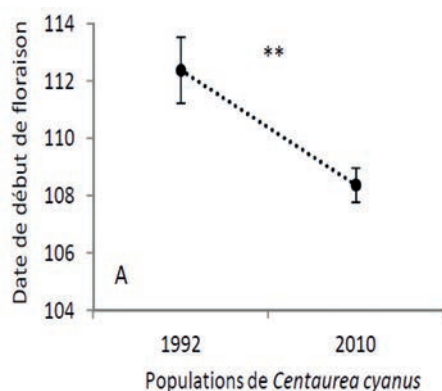
Photo © Gilles Pzretak.



Figure 2 : L'espèce *Crepis sancta* est une plante commune méditerranéenne de la famille du pissenlit. Elle a récemment colonisé le milieu urbain, où on la retrouve dans des « îlots d'habitat » entouré de béton, tel que les pieds des arbres d'alignement. Ces plantes produisent deux types de graines, les unes se dispersant avec le vent et les autres tombant au pied de la plante. Les travaux de Cheptou ont montré que les populations urbaines avaient, par sélection naturelle, développé une stratégie « sédentaire » en augmentant la production de leurs graines non dispersantes, limitant ainsi le risque de perdre des graines sur le bitume urbain.

de la date de floraison pour les populations récentes – de 3 jours environ –, en accord avec le réchauffement des températures. Par ailleurs, face au déclin des pollinisateurs, les auteurs ont montré que l'espèce s'est adaptée par une augmentation de la taille de ses fleurs, ce qui peut être interprété comme une augmentation de sa capacité d'attraction dans un milieu appauvri en pollinisateurs. Néanmoins, le schéma trouvé chez le bleuets ne semble pas pouvoir être généralisé. Face à la raréfaction des pollinisateurs, l'espèce *Centaurea erythraea* s'est au contraire adaptée en réduisant sa pollinisation par les insectes (en autofécondant ses graines), et finalement par un abandon de sa relation aux pollinisateurs.

Ainsi, les espèces sont capables de répondre aux chan-



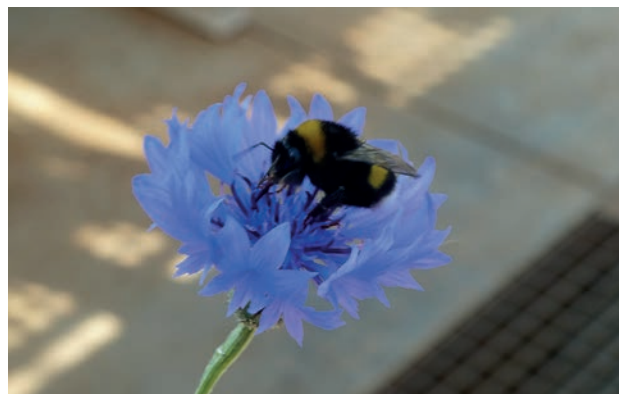
Évolution de la date de début de floraison pour les bleuets anciens (1992) et les bleuets actuels (2010) dans une population du nord de la France.

Figure 3 – Photo © Michel Thomann.

gements de leur environnement, mais il est souvent difficile de prévoir quel chemin empruntera l'espèce, à l'instar de l'exemple de l'adaptation des plantes au déclin de ses pollinisateurs. Cela illustre une règle assez générale en sciences de l'évolution : l'évolution par sélection naturelle reste contingente et, dans la plupart des cas, peu prédictible.

Adaptation et conservation de la biodiversité

Si un grand nombre d'études montrent que les espèces ont la capacité de s'adapter par sélection naturelle aux changements environnementaux du fait de variations préexistantes dans les populations, les conséquences de ces évolutions sur la capacité des espèces à échapper à l'extinction (sauvetage évolutif) restent peu étudiées. Plusieurs types d'arguments permettent de discuter ce problème. D'abord, l'adaptation d'une espèce n'est possible que dans une certaine gamme de variation. Cela tient au fait que la variation préexistante n'est pas forcément importante et que l'architecture génétique des phénotypes d'une espèce ne permet pas l'évolution de phénotypes « trop différents ». L'évolution est dans bien des cas insuffisante dans la course à l'adaptation. C'est un point qui est largement discuté dans le cadre du changement climatique : l'augmentation des températures est-elle trop rapide pour que les espèces aient le temps de s'ajuster à leur environnement [10] ? Ensuite, l'adaptation d'une espèce, même si elle lui est bénéfique, peut entraîner des extinctions en cascade dans l'écosystème. C'est ce que l'on peut craindre de l'adaptation des plantes au déclin des pollinisateurs. Si, face à ce déclin lié aux pratiques de l'agriculture intensive, les espèces acquièrent, par l'autofécondation, la capacité à se passer des pollinisateurs, on peut craindre que la relation plantes-pollinisateurs soit définitivement rompue. Ainsi, même si les conditions sanitaires dans les agrosystèmes redevenaient favorables aux pollinisateurs, il est possible que ceux-ci ne trouvent plus les ressources en pollen et nectar nécessaires à leur survie. Il s'agit d'un point de basculement qui pourrait entraîner des extinctions en cascade dans l'ensemble des réseaux trophiques de l'écosystème. Enfin, il est important de comprendre que l'évolution des populations par



Au sein des agrosystèmes, le bleuets (*Centaurea cyanus*) s'est adapté à la raréfaction des pollinisateurs et à l'augmentation des températures.

sélection naturelle ne maximise pas nécessairement leur démographie (et, par voie de conséquence, ne minimise pas nécessairement leur extinction). Dans le processus de sélection naturelle, la stratégie gagnante est celle qui maximise le nombre des gènes transmis à la génération suivante. L'évolution peut être vue comme un jeu au sens de la théorie des jeux, qui maximise les gains individuels dans un contexte donné, mais ne garantit en rien l'optimisation des propriétés de la population dans sa globalité [11].

Ainsi, si les processus évolutifs sont de toute évidence à l'œuvre dans la crise de la biodiversité que nous traversons, l'adaptation conduira très probablement à des modifications des espèces et des relations entre espèces au sein des écosystèmes. Mais, comme les faits le montrent, elle n'est pas en mesure d'enrayer le déclin de la biodiversité.

Références bibliographiques

- [1] <https://www.cnrs.fr/cnrs-images/sciencesdelaterreaulycee/contenu/geobio3.htm>
- [2] GALLAI N., SALLES J. M., SETTELE J. & VAISSIÈRE B. E., "Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline", *Ecological Economics* 2009;68(3), pp. 810-821.
- [3] CRUAUD A., RONSTED N., CHANTARASUWAN B., CHOU L. S., CLÉMENT W. L., COULOUX A. *et al.*, "An Extreme Case of Plant-Insect Codiversification: Figs and Fig-Pollinating Wasps", *Systematic Biology* 2012;61(6), pp. 1029-1047.
- [4] DARWIN C. R. (1859), *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*, London: John Murray.
- [5] GOMULKIEWICZ R. & HOLT R. D., "When does evolution by natural selection prevent extinction", *Evolution* 1995; 49(1), pp. 201-207.
- [6] BELL G., "Evolutionary Rescue", in FUTUYMA D. J. (editor), *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 48(2017), vol. 48, pp. 605-627.
- [7] HENDRY A. P., GOTANDA K. M. & SVENSSON E. I., "Human influences on evolution, and the ecological and societal consequences – Introduction", *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences* 2017; 372(1712).
- [8] CHEPTOU P. O. & LAMBRECHT S. (2020), "Sidewalk plants as a model for studying adaptation to urban environments", in *Urban Evolutionary Biology Edited*, by SZULKIN Marta, MUNSHI-SOUTH Jason & CHARMANTIER Anne, Oxford University Press.
- [9] THOMANN M., IMBERT E., ENGSTRAND R. C. & CHEPTOU P. O., "Contemporary evolution of plant reproductive strategies under global change is revealed by stored seeds", *Journal of Evolutionary Biology* 2015;28(4), pp. 766-778.
- [10] BÜRGER R. & LYNCH M. (1995), "Evolution and extinction in a changing environment : A quantitative-genetic analysis", *Evolution* 49(1), pp. 151-163.
- [11] MAYNARD SMITH J. (1982), *Evolution and the theory of games*, Cambridge University Press.

De nouvelles relations à la nature pour des changements transformatifs de nos modèles de société ?

Par Anne-Caroline PRÉVOT

Directrice de recherches au CNRS et chercheuse au Centre d'écologie et des sciences de la conservation (CESCO), au Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN)

Un an après la sortie du dernier rapport de l'IPBES et quelques mois après le confinement imposé par la crise du Covid-19, ce texte propose quelques pistes pour comprendre pourquoi la nature a disparu des aspirations communes des sociétés modernes (notamment en France), alors même que les relations avec elle sont fondamentales pour nos vies humaines (individuellement et collectivement). Quelques propositions sont ensuite esquissées pour remettre la nature au centre de nouveaux modèles de société qui valorisent la diversité des points de vue, des pratiques et des responsabilités, pour imaginer ensemble des futurs soutenables.

La nature ⁽¹⁾ est en crise, une litanie de chiffres est là pour nous le montrer (IPBES, 2019) : 47 % des habitats naturels sont dégradés au niveau mondial (depuis leur état initial estimé) et 82 % des mammifères sauvages (en biomasse) ont disparu depuis la Préhistoire ; seuls 3 % de l'espace total des océans étaient épargnés par la pression humaine en 2014. En France métropolitaine, les effectifs des oiseaux spécialistes des milieux agricoles a chuté de 38 % entre 1989 et 2018 ⁽²⁾, près de 40 % des chauves-souris les plus communes ont disparu sur la période 2006 à 2016 ⁽³⁾. Les effectifs de la plupart des espèces communes diminuent rapidement, entraînant des bouleversements dans les relations entre les espèces et le fonctionnement de cette nature ordinaire. Dans son dernier rapport, l'IPBES (2019) confirme le fait que la crise de la nature est liée aux activités humaines et ajoute que, sans changement transformatif majeur de nos modèles économiques, sociaux, politiques et technologiques ⁽⁴⁾, au-

cun des objectifs de soutenabilité adoptés par les Nations Unies (dont les objectifs de développement durable, les ODD) ne sera atteint. Enfin, les experts de l'IPBES proposent quelques pistes qui ont déjà montré leur efficacité localement.

Mais qui a lu ce rapport, ou son résumé pour décideurs ? Qui même connaît l'existence de l'IPBES, cette plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques, organisation internationale qui fonctionne sur le même format que le GIEC ?

En effet, la nature n'est pas au centre de nos ⁽⁵⁾ préoccupations. Dans ce texte, je pose quelques jalons pour en comprendre la raison. Je montre ensuite que cette absence est un problème grave pour l'avenir de nos sociétés. Enfin, je propose quelques pistes pour inventer de nouveaux futurs soutenables. Je ne prétends pas traiter de l'exhaustivité de la question, mais souhaite simplement aborder le sujet avec mon point de vue de chercheuse en écologie qui travaille en interdisciplinarité avec la psychologie de la conservation (Clayton, 2017).

Pourquoi si peu de monde porte-t-il attention à la nature ?

De nombreux auteurs s'attachent depuis longtemps à comprendre pourquoi les sociétés dites modernes (post-révolution industrielle) s'intéressent si peu à la nature, dans ce que Philippe Descola (2005) appelle l'« ontologie naturaliste ». Je retiens que dans ces sociétés, une vie

(1) J'emploie le terme « nature » ici comme synonyme de celui de « biodiversité », pour désigner les êtres vivants non humains (animaux et végétaux) en relation permanente entre eux, avec leurs milieux de vie et avec les humains. C'est une définition restrictive, qui peut paraître bien ancrée dans l'ontologie naturaliste de Philippe Descola. Mais elle me paraît très utile pour parler des relations que nous, individus humains d'une société moderne, entretenons avec le vivant qui nous entoure.

(2) <http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/fr/indicateurs/evolution-des-populations-doiseaux-communs-specialistes> (consulté le 11 juin 2020).

(3) <http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/fr/indicateurs/evolution-des-populations-de-chauves-souris> (consulté le 11 juin 2020).

(4) "Transformative (i.e. a fundamental, system-wide reorganization across technological, economic and social factors, including paradigms, goals and values) changes across economic, social, political and technological factors" (IPBES, 2019, p. 5).

(5) Quand rien n'est précisé, le « nous » renvoie aux sociétés modernes, notamment en France.

réussie est censée s'articuler autour du progrès technique, d'une vision rationnelle et non émotionnelle du monde, ainsi que du contrôle absolu de tout ce qui nous entoure (voir également : Moscovici, 2002). Or, la nature est par essence incontrôlée, car elle est composée d'êtres vivants indépendants de nous, les humains, et qui entretiennent des relations étroites et riches entre eux et également avec leurs milieux de vie, des relations construites à des échelles de temps qui nous dépassent. La nature gardera toujours une part d'inconnu. Enfin, si elle est accessible à chacun et chacune d'entre nous au travers d'une multitude de dimensions, beaucoup de celles-ci sont affectives, émotionnelles ou corporelles, soit des dimensions souvent dévalorisées dans la conception moderne d'une bonne vie.

Tout le monde peut en effet se rappeler un moment passé dans un espace de nature (la forêt, la campagne, la mer, la montagne, ou même son jardin, qui sont les espaces de nature cités le plus souvent dans le cadre d'une étude récente réalisée dans mon équipe (Colléoni *et al.*, 2017) : les odeurs, les sons, les espèces présentes, les jeux et activités réalisés alors avec ses proches, le plaisir ou la peur ressentis à ce moment-là... Toutes ces expériences de nature sont riches de multiples dimensions : cognitives (par exemple, quand nous reconnaissons les espèces présentes), émotionnelles (joie, plaisir, mais aussi peur, tristesse...), corporelles (par exemple, quand nous faisons du sport), mais aussi mémorielles (dans nos espaces favoris) ou sociales (quand nous nous promenons avec des proches).

Quand nous entrons en expérience de nature, nous rencontrons des éléments de nature que nous percevons différemment en fonction de nos identités et de nos histoires personnelles respectives, ainsi que de nos socles culturels. Et parfois, ces rencontres ont des conséquences sur nous : nous les avons aimées ou pas, nous avons appris des choses, parfois même elles nous donnent envie de changer nos comportements (voir Clayton *et al.*, 2017).

Or, ces expériences de nature sont en train de changer (Robert Pyle (1993) n'hésite pas à parler d'« extinction de l'expérience ») pour plusieurs raisons combinées : nous avons de moins en moins l'opportunité d'en vivre (faute de nature dans nos espaces de vie) ; nous en avons de moins en moins envie (car la nature ne fait pas partie de notre vision d'une bonne vie) ; nous privilégions de plus en plus des expériences virtuelles, dans lesquelles la nature est présentée de façon très standardisée, contrôlée et rationnelle (Truong et Clayton, 2020). Ce manque d'expériences directes de nature ne nous permet plus d'intégrer la nature dans le cadre de référence que nous construisons pendant notre développement, c'est-à-dire l'ensemble de faits et de valeurs que nous considérons comme ce qui est bien. Alors, un cercle vicieux se met en place : comment se désoler d'une dégradation de la nature si celle-ci est considérée comme de moins en moins importante par les générations qui se succèdent (Pyle, 1993 ; Kahn, 2002) ?

Si l'extinction de l'expérience de nature a été formulée comme une hypothèse, de nombreuses observations suggèrent que nos attachements collectifs à la nature s'amenuisent effectivement avec le temps : de moins en moins

de visites d'espaces naturels (Soga et Gaston, 2016), de moins en moins d'activités de nature chez les enfants (Soga et Gaston, 2016), très peu de temps passé dehors chaque jour (Zeghnoun et Dor, 2010, 2010 ; Salanave *et al.*, 2015), etc. Les représentations collectives de la nature s'amenuisent aussi dans les produits culturels populaires. Par exemple, les espaces extérieurs de plusieurs long-métrages Disney produits après 1985 n'intègrent que très peu de végétation (Prévoit *et al.*, 2015) ; les termes désignant des éléments de nature diminuent aussi tendanciellement depuis 1950 dans les films, romans et chansons populaires en langue anglaise (Kesebir et Kesebir, 2017).

Si nous considérons qu'il est plus grave de confondre Victor Hugo et Molière que de confondre un merle et un étourneau, c'est peut-être que nous considérons comme de peu d'importance le fait que la nature disparaisse de notre socle culturel commun. Or, la nature et nos relations avec elle restent indispensables à toute vie humaine.

Pourquoi la nature est-elle si importante pour nous, les humains ?

Ma réponse à cette question est triviale : nous ne pourrions simplement pas vivre sans elle ! Nous sommes d'abord une espèce vivante omnivore qui se nourrit d'autres êtres vivants. De même, nous ne pourrions pas nous vêtir, nous loger, nous chauffer, nous déplacer... sans nous servir et profiter de la nature actuelle ou passée (fossilisée sous forme de pétrole ou de charbon). Sans la nature, nous n'aurions pas non plus les mêmes conditions de vie : qualité de l'air, qualité de l'eau, stabilisation des sols, limitation des crues et des éboulements, accès à certains médicaments, mais aussi à des lieux de tourisme, de ressource personnel, de plaisirs et de loisirs ; tous ces « services écosystémiques » (MEA 2005) sont fournis par la nature aux sociétés humaines.

La nature peut aussi nous permettre de nous restaurer psychiquement : dès 1991, le chercheur Robert Ulrich et ses collaborateurs montraient qu'un espace de nature permet de réduire les signes physiologiques du stress. Rachel et Stephen Kaplan ont aussi montré qu'un espace de nature permet une restauration de nos ressources attentionnelles. S. Kaplan (1995, cité par B. Bonnefoy 2017) va plus loin en détaillant quatre raisons qui font qu'un espace de nature peut être restaurateur : il est *fascinant* et permet d'avoir une forme d'attention flottante, sans concentration particulière sur un seul focus ; il permet une évocation (même symbolique) hors de la vie quotidienne ; il est *cohérent*, assez riche et diversifié tout en étant accessible ; enfin, ce qu'il offre est *compatible* avec ce que nous en attendons. La diversité des espaces de nature répond alors à la diversité des humains, chacun d'entre nous peut trouver la ou les conditions de nature qui lui correspondent le mieux au moment voulu. Une équipe de chercheurs britanniques a montré, par exemple, comment deux parcs urbains de Sheffield, qui présentaient deux façons très différentes d'aménager la nature, étaient appréciés au travers de jugements de valeur différents, au regard à la fois des types de nature présents dans le parc et de la perception de celle-ci par les usagers (Öfgüner et Kendle, 2006).



Gorille des montagnes vivant dans la région des Grands lacs africains.

« Votre présence parmi nous évoque une puissance créatrice dont on ne peut rendre compte en des termes scientifiques ou rationnels, mais seulement en termes où entrent teneur, espoir et nostalgie. Vous êtes notre dernière innocence. »

La nature offre aussi un cadre très important au développement des enfants. Comme les travaux de Louise Chawla l'ont tous confirmé (notamment ceux qu'elle a publiés en 2015), un enfant qui joue dans un espace de nature (sécurisé, bien sûr), seul et librement, se lance des défis, part à l'aventure et développe peu à peu ses capacités motrices, cognitives, affectives, sa confiance en lui, sa fierté, etc. Il prend sa place dans le monde, il augmente en *empowerment* (Chawla, 2017). En effet, parce qu'il n'a pas été construit par l'humain, un espace de nature offre une diversité de possibilités pour appréhender le monde réel bien plus importante que tout objet façonné pour une quantité finie d'objectifs.

En 1968, dans sa *Lettre à l'Éléphant*, Romain Gary regrettait la destruction des éléphants au prétexte qu'ils sont « un luxe que nous ne pouvons plus nous permettre ». Et le romancier de poursuivre : « Laissez-moi vous dire ceci, mon vieil ami [l'Éléphant] : "dans un monde entièrement fait pour l'homme, il se pourrait bien qu'il n'y eût pas non plus place pour l'homme. Tout ce qui restera de nous, ce seront des robots (...) Votre présence parmi nous évoque une puissance créatrice dont on ne peut rendre compte en des termes scientifiques ou rationnels, mais seulement en termes où entrent teneur, espoir et nostalgie. Vous êtes notre dernière innocence". »

C'était il y a plus de cinquante ans. Nous ne sommes pas encore des robots, mais nous avons sans doute collectivement oublié que nous sommes reliés à la nature de multiples façons et que nous avons besoin de ces relations : non seulement pour notre développement physique, psychique, moral, social ou politique, mais aussi parce que nous soucier de la nature comme d'un « autre » inaltérable est tout simplement une façon de rester des humains, de ne pas devenir des robots.

Comment rester vivants ?

L'appel de l'IPBES (2019) à un changement transformatif majeur de nos modèles de société est clair, nous ne pouvons plus nous contenter de pansements ou de solutions techniques. À côté des valeurs instrumentales (pour les services qu'elle nous offre) et des valeurs intrinsèques (pour elle-même) de la nature, l'IPBES appelle au développement de valeurs relationnelles, qui explicitent que nous ne pouvons exister qu'en relation avec la nature.

Il ne s'agit plus d'attendre qu'une nouvelle génération s'empare de ces enjeux. Non, il nous faut agir ensemble, maintenant, en respectant la diversité des valeurs, des attitudes et des actions, des responsabilités également, mais tous autour de la vision partagée que la durabilité de nos modèles de société vis-à-vis de la nature doit devenir

le socle et le pivot de toutes les décisions collectives que nous prendrons désormais.

C'est vertigineux... Mais des initiatives en ce sens ont déjà vu le jour dans le monde, sur lesquelles l'IPBES s'est appuyé pour écrire ses propositions. D'après ce groupe d'experts, les trois points d'appui les plus importants sur lesquels de nouveaux modèles de société pourraient être construits sont les suivants : 1) enrichir nos perceptions de ce qu'est une bonne qualité de vie au-delà de la simple accumulation de biens matériels ; 2) réduire la consommation et la production de déchets ; et 3) diversifier les valeurs qui sous-tendent nos actions. Tout cela en redonnant une place à la nature, dans sa diversité, ses dynamiques non contrôlées, son altérité. Attention, il ne s'agit pas de remplacer un modèle dominant par un autre, nous enfermant lui aussi dans une pensée unique, mais plutôt de donner à tous et à toutes les opportunités de faire l'expérience de ce qu'est la nature pour lui ou elle, puis de construire de nouveaux modèles économiques, sociaux, politiques et technologiques qui respectent la diversité du vivant et la diversité des points de vue et des vies humaines.

Dans notre société française, plusieurs actions complémentaires sont déjà réalisables en France.

Rendons d'abord la nature visible, ainsi que nos relations à celle-ci. Adressons-nous à la société civile et aux enfants, bien sûr, même si beaucoup est déjà fait à ce niveau. Parlons avec tous les étudiants et les jeunes adultes, notamment ceux qui n'ont pas choisi un cursus universitaire dédié et qui semblent beaucoup moins connectés à la nature que celles et ceux qui vont vers l'écologie (Prévot *et al.*, 2016). Adressons-nous à tous les adultes dans leurs cercles professionnels, mais aussi à celles et ceux qui œuvrent activement dans les mondes politique et économique (femmes et hommes politiques, dirigeants et dirigeantes d'entreprise, au-delà des services RSE). En effet, ces personnes de référence (d'influence), ces *role-model*, sont porteurs de normes sociales et de normes de pensée (voir Bakken et Bransford, 2002), elles ont donc une responsabilité immense dans les changements à venir.

Renforçons aussi les occasions d'entrer en expérience de nature dans l'approche capacitaire développée par le prix Nobel d'économie A. Sen (1985) : rendre ces expériences possibles matériellement (en augmentant la présence de la nature dans les lieux de vie), réglementairement (en y donnant accès, sans fermer les parcs urbains, par exemple) et normativement (en dépassant les stéréotypes de l'écologiste, artiste ou gaucho-bobo) ; en corollaire, renforcer les capacités individuelles d'entrer en expérience de nature en éduquant au développement de l'attention et des émotions. Les observatoires citoyens de biodiversité proposent de telles opportunités de combiner les dimensions cognitives, émotionnelles, esthétiques et sociales des expériences de nature (voir, par exemple, Cosquer *et al.*, 2012).

Enfin, renforçons et inventons des moyens de recréer une culture commune de la nature (Prévot, 2019), en créant des espaces d'expression et de partage de nos expériences de nature ; en repensant nos entreprises sous le

prisme de leurs relations avec la nature ; en nous associant avec des artistes ; en cultivant nos imaginaires.

Conclusion

La nature est en crise. Mais, à l'instar des crises précédentes, elle s'en remettra dès que les causes de cette crise auront disparu : plutôt qu'attendre la disparition de l'espèce humaine, inventons des modèles de société soutenables ! Il est donc urgent d'imaginer de nouvelles relations avec le vivant, qui transcendent nos logiques du contrôle absolu (contrôler pour exploiter ou contrôler pour protéger). À nous de poser de nouvelles bases qui respectent les diversités et les trajectoires, d'inventer ensemble de nouvelles fondations porteuses d'espoir.

Références

- BAKKEN T. & BRANSFORD C. (2002), "The role of human agency in the creation of normative influences within individuals and groups", *Journal of Human Behavior in the Social Environment* 5, pp. 89-104.
- BONNEFOY B. (2017), « Nature et restauration psychologique », in FLEURY C. & PRÉVOT A. C. (eds), *Le souci de la nature. Apprendre, inventer, gouverner*, Éditions du CNRS, pp. 155-164.
- CHAWLA L. (2015), « Le soin de la nature chez les enfants et les adolescents », in FLEURY C. & PRÉVOT A. C. (eds), *Le souci de la nature. Apprendre, inventer, gouverner*, Éditions du CNRS, pp. 191-206.
- CHAWLA L. (2015), "Benefits of nature contact for children", *Journal of planning literature* 30, pp. 433-452.
- CLAYTON S. (2017), « La psychologie de la conservation », in FLEURY C. & PRÉVOT A. C. (eds), *Le souci de la nature. Apprendre, inventer, gouverner*, Éditions du CNRS, pp. 141-154.
- CLAYTON S., COLLEONY A. *et al.* (2017), "Transformation of experience: Toward a new relationship with nature", *Conservation Letters* 10, pp. 645-651.
- COLLEONY A., PRÉVOT A. C., SAINT-JALME M. & CLAYTON S. (2017), "What kind of landscape management can counteract the extinction of experience?", *Landscape and Urban Planning* 159, pp. 23-31.
- COSQUER A., RAYMOND R. & PRÉVOT A. C. (2012), "Observations of everyday biodiversity: a new perspective for conservation?", *Ecology and Society* 17(4): 2, <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04955-170402>
- DESCOLA P. (2005), *Par-delà la nature et la culture*, Paris, Galilée.
- GARY R. (1968), *Lettre à Monsieur l'Éléphant*, Figaro littéraire.
- 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", Advanced unedited version.
- KAHN P. H. (2002), "Children's affiliations with nature: structure, development, and the problem of environmental generational amnesia", in KAHN P. H. & KELLERT S. R. (eds), *Children and nature: psychological, sociocultural, and evolutionary investigations*, MIT Press, pp. 93-116.
- KESEBIR S. & KESEBIR P. (2017), "A growing disconnection from nature is evident in cultural products", *Perspectives in Psychological Science* 12, pp. 258-269.
- MEA (2005), *Ecosystems and Human well-being*, Washington DC, Island Press.

- MOSCOVICI S. (2002), *De la nature*, Paris, Éditions le Métaillé.
- ÖFGÜNER H. & KENDLE A. D. (2006), "Public attitudes towards naturalistic versus designed landscapes in the city of Sheffield (UK)", *Landscape and Urban Planning* 74, pp. 139-157.
- PRÉVOT A. C. (2019), « Retrouvons une culture commune de nature », <https://theconversation.com/retrouvons-une-culture-commune-de-la-nature-121261>
- PRÉVOT A. C., JULLIARD R. & CLAYTON S. (2015), "Historical evidence for nature disconnection in a 70-year time series of Disney animated films", *Public Understanding of Science* 24, pp. 672-680.
- PRÉVOT A. C., CLAYTON S. & MATHEVET R. (2016), "The relationship of childhood upbringing and university degree program to environmental identity: Experience in nature matters", *Environmental Education Research* 24, pp. 263-279.
- PYLE R. M. (1993), "The extinction of experience", in *The Thunder Tree. Lessons from an Urban Wildland*, Oregon State University Press, pp. 130-141 [Traduit en 2016 par M. LEFEVRE, dans *Écologie et Politique* 2016/2, n°53, pp. 185-196].
- SALANAVE B., VERDOT C., DESCHAMPS V., VERNAY M., HERCBERG S. & CASTETBON K. (2015), « La pratique de jeux en plein air chez les enfants de 3 à 10 ans dans l'étude nationale Nutrition Santé (ENNS, 2006-2007) », *Bulletin épidémiologique hebdomadaire* 30-31, pp. 561-570, http://www.invs.sante.fr/beh/2015/30-31/2015_30-31_3.html
- SEN A. (1985), *Commodities and capabilities*, Oxford, Elsevier.
- SOGA M. & GASTON K. J. (2016), "Extinction of experience: the loss of human-nature interactions", *Frontiers in Ecology and Environment* 14, pp. 94-101.
- TRUONG M. X. & CLAYTON S. (2020), "Technologically transformed experiences of nature: A challenge for environmental conservation?", *Biological Conservation* 244, en ligne.
- ULRICH R. S., SIMONS R. F. *et al.* (1991), "Stress recovery during exposure to natural and urban environments", *Journal of Environmental Psychology* 11, pp. 201-230.
- ZEGHNOUN A. & DOR F. (2010), *Description du budget espace-temps et estimation de l'exposition de la population française dans son logement*, Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice (France), 37 pages. Disponible sur : www.invs.sante.fr

La recherche agronomique face au virage de la biodiversité

Par Philippe MAUGUIN

PDG d'INRAE

et Thierry CAQUET

Directeur scientifique Environnement d'INRAE

La question de l'antagonisme apparent entre biodiversité, d'une part, et agriculture et systèmes alimentaires, d'autre part, est posée par de nombreuses analyses récentes réalisées à l'échelle mondiale. L'un des enjeux de la recherche agronomique du XXI^e siècle est d'explorer de nouvelles pistes pour transformer cet antagonisme en synergie. Il s'agit, grâce aux recherches sur et pour la biodiversité, de contribuer à transformer les systèmes agri-alimentaires pour assurer la sécurité alimentaire et nutritionnelle, en particulier *via* la diversification et la transition agroécologique ; de conserver et restaurer la biodiversité, tout en promouvant son utilisation durable ; de protéger et gérer durablement les ressources naturelles indispensables à la vie (l'eau, les sols, l'air) ; de préserver la santé humaine et celle de l'environnement ; et de contribuer à la lutte contre les changements climatiques et leurs impacts dans une double stratégie d'atténuation et d'adaptation.

Les transitions agricole, alimentaire, écologique et énergétique, mais aussi le dérèglement climatique bouleversent les questions posées à la recherche agronomique. Dans le même temps, les limites du modèle de l'agriculture intensive sont apparentes : érosion de la biodiversité, pollutions, résistance des bioagresseurs, carences nutritionnelles, mais aussi stagnation des rendements et perte de valeur ajoutée pour les agriculteurs. Les atteintes à la biodiversité et aux ressources naturelles (eau, sols...) fragilisent les écosystèmes gérés, accroissent leur vulnérabilité et diminuent leur résilience à divers aléas. Contribuer au progrès des connaissances sur la biodiversité, sur ses propriétés et ses fonctions, mais aussi imaginer la mobilisation de ces connaissances au profit des transitions évoquées précédemment est une priorité pour la recherche agronomique.

Des constats convergents et alarmants

Des pressions accrues sur la biodiversité

Le constat dressé en 2019 par l'IPBES dans son évaluation mondiale de la biodiversité et des services écosystémiques est clair (IPBES, 2019) : l'intensification et la multiplication des pressions sur la biodiversité sont notamment associées aux activités humaines et le changement climatique exacerbe certaines d'entre elles. Au travers des changements dans l'usage des terres et dans celui d'intrants, l'agriculture – en y incluant l'élevage – est l'un des principaux moteurs de l'érosion de la biodiversité. Ses impacts sont parfois amplifiés par des pratiques agricoles inadaptées.

Des menaces sur l'alimentation et l'agriculture

Le rapport de la FAO sur la biodiversité pour l'alimentation et l'agriculture ⁽¹⁾ (FAO, 2019) rappelle que cette biodiversité est indispensable à la sécurité alimentaire, au développement durable et à la fourniture de nombreux services écosystémiques essentiels pour les populations humaines. Elle concourt au renforcement de la résilience des systèmes de production et des moyens d'existence face aux chocs et aux crises, en particulier les effets du changement climatique. Elle constitue une ressource clé pour concilier production alimentaire et limitation des incidences négatives sur l'environnement. Elle apporte aussi de multiples contributions aux moyens d'existence des populations humaines et permet souvent aux producteurs agricoles et autres producteurs de denrées alimentaires d'être moins tributaires d'intrants externes coûteux ou nocifs pour l'environnement.

Or, de nombreux éléments essentiels de cette biodiversité sont en déclin, que ce soit au niveau génétique, ou à celui des espèces ou des écosystèmes. La proportion des races d'animaux d'élevage en danger d'extinction est en

(1) Le sous-ensemble de la biodiversité qui contribue à la production agricole et alimentaire : plantes et animaux domestiqués, forêts exploitées, espèces aquatiques pêchées, espèces sauvages apparentées aux espèces domestiquées, autres espèces sauvages prélevées dans la nature à des fins alimentaires ou autres, et la « biodiversité associée », c'est-à-dire les organismes qui vivent au sein des systèmes de production alimentaire et agricole ou autour de ces systèmes, pourvoient à leurs besoins et contribuent à la production.

augmentation (26 % des 7 745 races locales recensées dans le monde sont menacées) et dans certaines régions, la diversité végétale dans les champs diminue (9 des 6 000 espèces végétales cultivées à des fins alimentaires représentent 66 % de la production agricole totale), tandis que dans le même temps les facteurs qui la menacent s'accroissent.

Des liens avec la santé qui se précisent

Même si les relations de causalité sont encore difficiles à établir, notamment en raison du manque de données et de la complexité des processus en cause, il existe des corrélations entre changements environnementaux globaux, perte de biodiversité et des services de régulation associés, et émergence, ou augmentation, de la prévalence de maladies infectieuses. Ainsi, une augmentation du nombre des épidémies au niveau mondial est observée depuis cinquante ans, avec une accélération depuis le début des années 1980 (Smith *et al.*, 2014). La pandémie en cours liée au coronavirus SARS-CoV-2 pose de manière dramatique la question des liens entre biodiversité et santé humaine. Même si l'origine du virus et les conditions de son passage à l'homme ne sont pas encore bien connues, des virus proches de lui ont été identifiés chez des espèces de la faune sauvage exploitées pour l'alimentation ou la pharmacopée (Liu *et al.*, 2020).

Les conséquences sur les systèmes agri-alimentaires peuvent parfois être majeures, soit directement (mortalité d'animaux d'élevage, par exemple dans le cas de la peste porcine africaine ou de l'influenza aviaire), soit indirectement (désorganisation des structures de production, manque de main-d'œuvre, ralentissement des échanges, protectionnisme...). La pandémie en cours conduit notamment à la réouverture de débats sur la résistance et la résilience des systèmes agri-alimentaires dans de nombreuses régions du globe et sur une possible évolution des politiques nationales visant à augmenter la souveraineté alimentaire.

Les avancées de la recherche agronomique

L'agriculture, au sens large, fait partie des pressions qui s'exercent sur la biodiversité. Mais la biodiversité, moteur des agroécosystèmes, est aussi au cœur de la production agricole et à la base des systèmes alimentaires.

La reconnaissance des rôles joués par la biodiversité en agriculture n'a cessé de croître ces dernières années. Par exemple, le sol n'est plus considéré comme un support inerte, mais comme un environnement vivant contribuant à la fertilité des terres et à la productivité primaire ; la biodiversité cultivée est aujourd'hui reconsidérée au prisme de la diversification ; et les espaces semi-naturels des régions agricoles sont reconnus pour leur rôle dans le maintien d'organismes bénéfiques aux agroécosystèmes.

Tous les niveaux de la biodiversité (génétique, spécifique et écosystémique) sont concernés, au travers des recherches sur la dynamique et la gestion de la biodiversité : le rôle fonctionnel de la biodiversité à différentes échelles, y compris au sein des organismes (microbiote) ; les im-

pacts de pressions multiples et des risques associés sur la biodiversité, sur la dynamique et la résilience des écosystèmes ; et le fonctionnement des écosystèmes et les services qu'ils fournissent, ainsi que les valeurs associées – des recherches combinant des approches socio-économiques aux approches biotechniques.

Décrypter la biodiversité et comprendre les fonctions qu'elle sous-tend

Des développements techniques importants ont été accomplis qui permettent de mieux décrire la biodiversité (séquençage de l'ADN ou de l'ARN, notamment) et les interactions entre espèces, ou de faire le lien avec les processus écologiques. L'exemple le plus marquant est sans doute celui de l'écologie microbienne des sols, qui a connu une véritable révolution grâce au développement d'outils d'extraction, de quantification et d'analyse de leur ADN (Ranjard *et al.*, 2013). Il est ainsi possible de déterminer la composition des communautés microbiennes qui y vivent, ce qui ouvre la voie au développement de référentiels de l'état biologique des sols (Terrat *et al.*, 2017). Les interactions entre les communautés de micro-organismes des sols et les végétaux sont aussi de mieux en mieux connues, à la fois dans leur rôle fonctionnel et dans leur histoire évolutive (Martin, 2019).

L'analyse du rôle de la biodiversité des micro-organismes et de leurs fonctions a aussi révolutionné la notion même d'individu, qui est centrale dans de nombreux domaines de la biologie et de l'agronomie. Les micro-organismes associés aux macro-organismes, ou microbiote, influencent profondément un grand nombre de fonctions biologiques de leurs hôtes, comme le développement, la nutrition, la reproduction ou l'immunité. Le phénotype d'un individu résulte de l'expression combinée du génome de l'hôte et de ceux de ses micro-organismes. De nouveaux concepts, comme celui d'holobionte (l'hôte et son microbiote) ou d'hologénome (l'ensemble des génomes de l'hôte et de son microbiote) ont émergé dans la communauté scientifique. L'écosystème à part entière que constitue l'holobionte est le théâtre d'interactions permanentes. Certaines bactéries entretiennent une relation mutualiste (symbiose) avec leur hôte, mais des conflits existent aussi entre les membres de l'holobionte. En plus de caractériser le cortège des micro-organismes associés à chaque hôte, les travaux qui sont menés sur des modèles divers permettent d'identifier la nature des fonctions supplémentaires que le microbiote assure au profit de ses porteurs, et d'en comprendre les impacts sur la biologie, l'écologie et le potentiel évolutif des hôtes. Les perspectives pour l'agriculture sont considérables, en particulier dans le cadre du développement de l'agroécologie (Briat et Job, 2017). Elles sont tout aussi essentielles pour la santé environnementale et humaine (Marteau et Doré, 2017).

La biodiversité, un patrimoine à conserver

La biodiversité actuelle est le fruit de l'évolution. C'est un patrimoine précieux qu'il convient de préserver, ce qui n'interdit pas d'utiliser les ressources qu'elle offre, mais de manière durable et dans un logique de bien commun, comme promu par l'Union internationale pour la conserva-



Photo © Jean-Claude Moschetti/REA

Culture *in vitro* de plants de pommes de terre à l'INRA, site de Ploudaniel.

« Les collections de ressources biologiques intègrent une large part de la diversité des espèces utilisées en agriculture ou présentes dans l'environnement en lien avec les activités agricoles. Elles rassemblent des populations issues de la domestication, ainsi que leurs apparentées sauvages. »

tion de la nature (UICN). Ces ressources sont essentielles pour imaginer l'agriculture et les systèmes alimentaires de demain. C'est l'objectif des centres de ressources biologiques (CRB) ⁽²⁾. Les collections intègrent une large part de la diversité des espèces utilisées en agriculture ou présentes dans l'environnement en lien avec les activités agricoles. Elles rassemblent des populations issues de la domestication, ainsi que leurs apparentées sauvages. Au-delà de leur rôle de ressources pour des applications agronomiques actuelles et futures, ces collections sont aussi précieuses pour la recherche, par exemple pour la reconstitution de l'histoire évolutive des espèces (Wu *et al.*, 2018).

Un levier pour la transition agroécologique des agricultures

Le modèle agricole intensif s'est construit en opposant une biodiversité « utile » à une biodiversité « non utile », voire « indésirable ». En mobilisant les principes de l'écologie, l'agroécologie vise au développement de systèmes qui soient moins dépendants des intrants, plus durables et

plus résilients vis-à-vis des conséquences du changement climatique. Elle place le vivant et la biodiversité au cœur de la reconception des systèmes agri-alimentaires (Wezel *et al.*, 2018). La démarche consiste à réintroduire ou à maintenir de la biodiversité dans les systèmes de façon à exploiter au mieux la gamme des conditions et ressources offertes et tirer profit de la complémentarité entre espèces au regard de leurs caractéristiques. Cela amène à passer du paradigme « individuel », qui consistait à se focaliser sur la biodiversité gérée et à obtenir l'individu le plus performant dans un environnement rendu optimal grâce à l'usage d'intrants, au paradigme « interaction et intégration », qui vise à obtenir des arrangements combinant biodiversité gérée et spontanée qui soient mieux adaptés à des environnements plus hétérogènes et changeants du fait de la présence d'une diversité d'individus, de variétés/races ou d'espèces (y compris en associant cultures et élevage). Leurs arrangements dans le temps et l'espace pourront s'avérer aussi plus efficaces, car explorant mieux les ressources en eau et en minéraux, mais surtout plus résilients aux aléas en raison même de leur diversité.

L'agroécologie vise à valoriser les processus biologiques pour couvrir à la fois les attentes en matière de production et l'ensemble des autres services écosystémiques fournis par les agrosystèmes. À travers les pratiques, il s'agit de favoriser les fonctionnalités écologiques qui garantissent

(2) INRAE gère ou co-gère 28 centres de ressources biologiques (CRB) dans le cadre de l'infrastructure de recherche nationale Ressources agronomiques pour la recherche (RARE) créée en 2017.

la pérennité des agroécosystèmes (reconstitution de stocks de nutriments, maintien du potentiel productif...). La stratégie à déployer doit être réfléchie en fonction du panel de services écosystémiques dont on cherche à favoriser l'expression, dans un contexte donné de contraintes et d'opportunités de valorisation de la biodiversité et de ses fonctions (Gaba *et al.*, 2015). Elle doit se concevoir comme une combinaison de leviers qui peuvent être mobilisés de façon complémentaire à plusieurs échelles d'espace et de temps (Duru *et al.*, 2015). Elle implique aussi de considérer les productions animales comme un pilier majeur des processus à mobiliser (Caquet *et al.*, 2020).

L'agroécologie doit se développer en cohérence avec les besoins de consommation et l'organisation de ceux-ci dans les territoires en s'inscrivant dans une dimension de système agri-alimentaire (Gliessman, 2006). Il s'agit de dépasser la simple logique d'optimisation pour reconcevoir des systèmes qui intègrent divers processus écologiques. Cela conduit à l'émergence de systèmes divers, aux trajectoires variées, qui s'ils sont mieux adaptés aux milieux et aux attentes sociétales, peuvent cependant impliquer des ruptures et une certaine prise de risque. Les systèmes mis en œuvre en agroécologie vont davantage dépendre d'effets de voisinage ou d'éléments du paysage que dans le cas des systèmes intensifs. La gestion devra donc prendre en compte des étendues spatiales supérieures à celles de la parcelle ou de l'exploitation (paysage, territoire). Ces questions de changement d'échelle sont complexes du fait que les solutions sont très dépendantes des conditions locales. Une autre des conséquences attendues est une tendance à l'augmentation de l'hétérogénéité des productions qu'il faut gérer, y compris dans ses aspects qualitatifs. Enfin, c'est l'ensemble de la chaîne de valeur qui doit évoluer, y compris les opérateurs intermédiaires (collecte, stockage), le secteur de la transformation et les consommateurs (Caquet *et al.*, 2020).

La nécessité d'adopter des approches intégrées de la santé

Les liens entre biodiversité et santé ont été clairement établis en ce qui concerne le rôle de la biodiversité en tant que vectrice de maladies. Ainsi, 60 à 70 % des maladies humaines émergentes sont causées par des agents pathogènes qui affectent aussi les animaux d'élevage et/ou sauvages (Jones *et al.*, 2008). Toutefois, les cycles naturels de vie des organismes infectieux sont difficiles à prévoir en raison de la multiplicité des hôtes potentiels, des réservoirs environnementaux et des interactions entre espèces et communautés au sein des écosystèmes. De manière réciproque, le rôle positif de la biodiversité sur la santé humaine est avéré (Aerts *et al.*, 2018).

Aujourd'hui plus que jamais il est donc primordial d'évaluer les liens environnement-santé, et notamment d'identifier quelles pratiques seront les plus à même de faciliter ou prévenir les maladies transmissibles et chroniques afin d'adapter nos modes de production pour limiter les risques associés, et cela en prenant en compte la configuration des agroécosystèmes et des organisations présentes à l'échelle des territoires.

Les priorités pour la recherche agronomique concernent notamment : l'analyse de la dynamique des agents pathogènes et de leurs vecteurs/réservoirs ; le développement d'alternatives aux substances classiquement utilisées pour protéger les cultures et les animaux d'élevage ; l'identification de pratiques prophylactiques et de pratiques qui réduisent la vulnérabilité des plantes et des animaux aux agents pathogènes et autres bioagresseurs ; la maîtrise de l'émergence et de la dissémination des résistances (notamment vis-à-vis des antibiotiques) ; le renforcement de la surveillance sanitaire et des approches prédictives, notamment en mobilisant les ressources et méthodes de l'intelligence artificielle, pour mieux comprendre et anticiper la propagation des maladies et des bioagresseurs.

L'intégration des dimensions de la santé humaine, animale et environnementale est appelée de leurs vœux par de nombreux acteurs. Elle peut, selon les contextes et les communautés concernées, se traduire par différents concepts globaux, par exemple *One Health* ou *Ecohealth* (Destoumieux-Garzon *et al.*, 2018). Le concept global *One Health* synthétise le fait que la santé humaine et la santé animale sont interdépendantes et liées à la santé des écosystèmes dans lesquels elles coexistent. Compte tenu des multiples facteurs en jeu et de la complexité des problématiques de santé publique, il est indispensable de prendre aussi en compte les aspects relatifs à la santé des écosystèmes dans une approche dite *EcoHealth*. Toutefois, en dépit de l'existence de différentes initiatives, parfois à l'échelle globale, l'intégration des dimensions médicale, vétérinaire et écologique pour analyser et comprendre les problèmes de crises et de catastrophes sanitaires, en amont de l'émergence des agents infectieux, n'est toujours pas d'actualité. La problématique ne relève pas uniquement de la recherche ou de l'expertise, mais aussi d'une démarche politique et de programmation multilatérale (Morand *et al.*, 2020).

Mise en perspective et conclusion

Le changement de paradigme que représente le fait de placer le vivant et la biodiversité au cœur de la reconception des systèmes agri-alimentaires ouvre des perspectives renouvelées pour la recherche agronomique. Au-delà des problématiques liées à la production et à l'alimentation, il s'agit de répondre à de nombreux enjeux, dont l'adaptation de la gestion des écosystèmes aux changements globaux (notamment climatiques), en adoptant des approches préventives : il s'agit d'apporter une attention particulière à une meilleure utilisation des régulations naturelles, ou encore au développement de solutions fondées sur la nature et la valorisation des services des écosystèmes et du capital naturel.

La pandémie liée au coronavirus SARS-CoV-2 et ses conséquences encore difficilement mesurables, mais sans nul doute considérables, posent de façon aiguë la question des conséquences à l'échelle globale des crises sanitaires, des crises qui peuvent parfois être liées à des altérations des écosystèmes provoquées par les activités agricoles. Elle amène la recherche agronomique à revisiter de nombreux domaines, bien au-delà de la santé animale,

végétale ou humaine, en questionnant la vulnérabilité et la résilience des systèmes agri-alimentaires face aux crises et à proposer des solutions pour le futur. Dans ce domaine également, les recherches sur et pour la biodiversité seront essentielles.

Bibliographie

- AERTS R., HONNAY O. & VAN NIEUWENHUYSE A. (2018), "Biodiversity and human health: mechanisms and evidence of the positive health effects of diversity in nature and green spaces", *British Medical Bulletin* 127(1), pp. 5-22.
- BRIAT J.-F. & JOB D. (2017), *Les sols et la vie souterraine. Des enjeux majeurs en agroécologie*, Versailles, Éditions Quae.
- CAQUET T., GASCUEL C. & TIXIER-BOICHARD M. (2020), *Agroécologie – Des recherches pour la transition des filières et des territoires*, Versailles, Éditions Quae.
- DESTOUMIEUX-GARZÓN D., MAVINGUI P., BOETSCH G., BOISSIER J., DARRIET F., DUBOZ P., FRISTCH C., GIRAUDOUX P., LE ROUX F., MORAND S., PAILLARD C., PONTIER D., SUEUR C. & VOITURON Y. (2018), "The One Health concept: 10 years old and a long road ahead", *Frontiers in Veterinary Science* 5, 14.
- DURU M., THEROND O., MARTIN G., MARTIN-CLOUAIRE R., MAGNE M.-A., JUSTES E., JOURNET E.-P., AUBERTOT J.-N., SAVARY S., BERGEZ J.-E. & SARTHOU J. (2015), "How to implement biodiversity-based agriculture to enhance ecosystem services: a review", *Agronomy for Sustainable Development* 35(4), pp. 1259-1281.
- FAO (2019), "The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture", Rome, FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments.
- GABA S., LESCOURRET F., BOUDSOCQ S., ENJALBERT J., HINSINGER P., JOURNET E. P., NAVAS M. L., WERY J., LOUARN G., MALEZIEUX E., PELZER E., PRUDENT M. & OZIER-LAFONTAINE H. (2015), "Multiple cropping systems as drivers for providing multiple ecosystem services: from concepts to design", *Agronomy for Sustainable Development* 35(2), pp. 607-623.
- GLIESSMAN S. R. (2006), *Agroecology: the Ecology of Sustainable Food Systems*, Boca Raton, CRC Press.
- Intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services – 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", IPBES secretariat, Bonn.
- JONES K. E., PATEL N. G., LEVY M. A., STOREYGARD A., BALK D., GITTLEMAN J. L. & DASZAK P. (2008), "Global trends in emerging infectious diseases", *Nature* 451(7181), pp. 990-993.
- LIU P., JIANG J. Z., WAN X. F., HUAY Y., LI L., ZHOU J., WANG X., HOU F., CHEN J., ZOU J. & CHEN J. (2020), "Are pangolins the intermediate host of the 2019 novel coronavirus (SARS-CoV-2)?", *PLoS Pathogens* 16(5), e1008421.
- MARTEAU P. & DORÉ J. (2017), *Le microbiote intestinal*, Londres, John Libbey Eurotext.
- MARTIN F. (2019), *Sous la forêt : pour survivre, il faut des alliés*, Paris, Humensciences.
- MORAND S., GUEGAN J.-F. & LAURANS Y. (2020), « De *One Health* à *Ecohealth*, cartographie du chantier inachevé de l'intégration des santés humaine, animale et environnementale », *Iddri Décryptage*, n°4/20.
- RANJARD L., DEQUIEDT S., PRÉVOST-BOURÉ N. C., THIOULOUSE J., SABY N. P. A., LELIÈVRE M., MARON P. A., MORIN F. E. R., BISPO A., JOLIVET C., ARROUAYS D. & LEMANCEAU P. (2013), "Turnover of soil bacterial diversity driven by wide-scale environmental heterogeneity", *Nature Communications* 4, 1434.
- SMITH K. F., GOLDBERG M., ROSENTHAL S., CARLSON L., CHEN J., CHEN C. & RAMACHANDRAN S. (2014), "Global rise in human infectious disease outbreaks", *Journal of the Royal Society, Interface* 11(101), 20140950.
- TERRAT S., DEQUIEDT S., SABY N., HERRIGUE W., LELIÈVRE M., NOWAK V., TRIPIED J., REGNIER T., JOLIVET C., ARROUAYS D., WINCKER P., CRUAUD C., KARIMI B., BISPO A., MARON P. A., CHEMIDLIN PRÉVOST-BOURÉ N. & RANJARD L. (2017), "Mapping and predictive variations of soil bacterial richness across french national territory", *Plos One* 12(10), e0186766.
- WEZEL A., GORIS M., BRUIL J., FELIX G. F., PEETERS A., BARBERI P., BELLON S. & MIGLIORINI P. (2018), "Challenges and action points to amplify agroecology in Europe", *Sustainability* 10, 1598.
- WU G. A., TEROL J. F., IBÁÑEZ V., LÓPEZ-GARCÍA A., PÉREZ-ROMÁN E., BORREDÁ C., DOMINGO C., TADEO F., CARBONELL-CABALLERO J., ALONSO R., CURK F., DU D., OLLITRAULT P., ROOSE M. L., DOPAZO J., GMITTER F. G., ROKHSAR D. S. & TALON M. (2018), "Genomics of the origin and evolution of Citrus", *Nature* 554(7692), pp. 311-316.

Biodiversité, sécurité alimentaire et changement climatique : quelle(s) trajectoire(s) de transformation pour l'agriculture ?

Par Pierre-Marie AUBERT

Institut du développement durable et des relations internationales (Iddri)

Diego GARCIA VEGA

Institut du développement durable et des relations internationales (Iddri) – Sciences Po, Écoles des Affaires internationales

et Xavier POUX

Institut du développement durable et des relations internationales (Iddri), Application des sciences de l'action (AScA)

Le secteur agricole est au cœur d'enjeux majeurs, concernant la sécurité alimentaire, le climat et la biodiversité. Si tous les acteurs reconnaissent aujourd'hui la nécessité d'un changement de paradigme, peu s'accordent sur la direction à prendre. Les modalités de prise en charge de la biodiversité sont plus particulièrement au cœur de ce débat.

Introduction

Le secteur agricole est au croisement d'enjeux sociaux et environnementaux majeurs. D'un côté, la demande en biomasse est amenée à augmenter dans les prochaines décennies pour satisfaire les besoins alimentaires d'une population croissante et pour fournir une biomasse venant en substitution aux ressources fossiles dans la perspective d'une économie totalement décarbonée.

De l'autre, cette production devra se faire à surface agricole constante, voire même décroissante : la conversion des écosystèmes en terres agricoles est en effet le premier déterminant de la perte de biodiversité mondiale qu'il est plus qu'urgent d'enrayer (IPBES, 2019), tandis qu'elle génère des émissions de CO₂ incompatibles avec l'objectif de neutralité carbone (IPCC, 2019).

Dans ce contexte, nous discutons dans cet article des trajectoires de transformation agricoles proposées pour faire face à ces enjeux. Dans une première partie, nous présentons les fondements du paradigme aujourd'hui dominant, celui dit de « *land sparing* » (Phalan, 2018). Dans une deuxième partie, nous nuancions la portée potentielle d'une stratégie de *land sparing* en donnant à voir trois limites importantes peu ou mal prises en compte par les auteurs s'en revendiquant, en particulier quant au rôle et à l'importance de la biodiversité dans les agroécosystèmes. Dans la dernière partie, conclusive, nous esquissons des pistes

pour faire progresser le débat et identifions des actions « sans regret » à mettre en œuvre à court terme.

Les fondements d'une logique d'intensification « durable »

Les interactions entre production agricole et biodiversité font l'objet d'une attention soutenue depuis plusieurs décennies. On doit à Green et à son équipe (2005) une formalisation de ces interactions autour d'une question simple : la nature de la fonction reliant rendement et niveau de biodiversité d'un paysage agricole est-elle concave ou convexe ? Le modèle raisonne à partir d'un objectif de production fixé de manière exogène et dit la chose suivante : si la fonction est concave, la meilleure stratégie pour atteindre l'objectif de production **et** maximiser la biodiversité dans un paysage agricole donné consiste alors à cultiver la totalité de sa surface, suivant des pratiques favorables à la biodiversité, mais au rendement peu élevé. On parle alors d'une stratégie de « *land sharing* » pour désigner une approche cherchant à réconcilier, à l'échelle de la parcelle, production et biodiversité. À l'inverse, si la fonction reliant rendement et biodiversité est de forme convexe, la stratégie optimale sera d'intensifier la production sur une petite fraction du paysage pour rendre à une nature « sauvage » le reste : on parle là d'une stratégie de « *land sparing* », c'est-à-dire permettant de « sauvegarder » (*to spare*) une parcelle de terre favorable à la biodiversité grâce à l'intensification (voir la Figure 1 de la page suivante).

Comment choisir entre sharing et sparing?

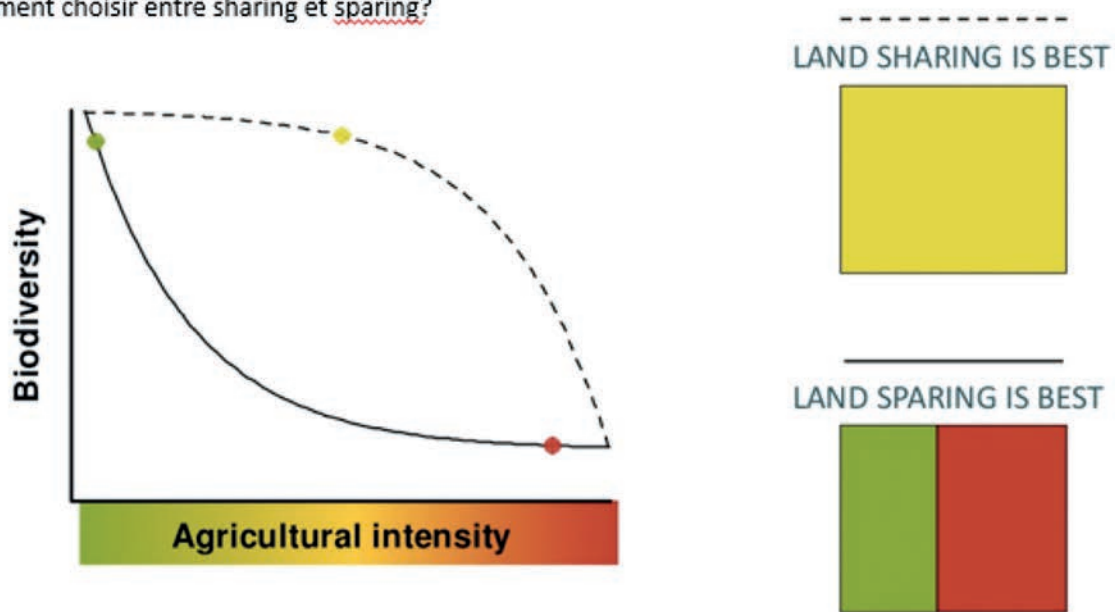


Figure 1 : Schéma issu de la présentation d'Henning Steinfeld sur le LSH/LSP (FAO), conférence d'Addis-Abeba (Éthiopie), 6-7 novembre 2014.

À la suite de cet article fondateur (aujourd'hui cité près de 2 000 fois), différents travaux empiriques sont venus alimenter la thèse d'une fonction plutôt convexe, et donc la supériorité d'une stratégie de *land sparing* sur celle de *land sharing* – et ce bien que ces travaux aient été conduits sur une aire géographique restreinte et sur un petit nombre de taxons (Phalan, 2018). Des personnalités importantes comme Norman Borlaug, considéré comme le « père » de la révolution verte, ont aussi pesé dans ce débat : selon lui, les gains de rendement de la révolution verte auraient permis d'éviter la conversion en terres agricoles de près de 1,2 milliard d'hectares de forêts et autres écosystèmes remarquables (Ramankutty *et al.*, 2018).

Au cours des années 2010, la supériorité de la stratégie de « *land sparing* » a encore été confortée par les travaux du GIEC sur la neutralité carbone. Ceux-ci montrent que même dans les projections les plus favorables d'un point de vue socio-politique, 20 à 30 % des terres agricoles devraient être soustraites à leur usage alimentaire soit pour être reforestées, soit pour y produire des bioénergies (Masson-Delmotte *et al.*, 2018 ; Shukla *et al.*, 2019). Or, seule une intensification massive dans une logique de *land sparing* pourrait permettre de libérer les terres nécessaires. La possibilité même que les rendements puissent augmenter fortement et partout dans le monde est par ailleurs régulièrement remise en avant dans des travaux de modélisation à l'échelle mondiale, démontrant les gains pour la biodiversité et le climat qu'aurait une telle stratégie d'intensification (voir les travaux récents de Folberth *et al.*, 2020).

Dans ce contexte, une grande majorité des prospectives s'intéressant aux transformations du système alimentaire s'appuient plus ou moins explicitement sur une logique de *land sparing*, et ce quelle que soit l'échelle considérée (ECF, 2018 ; Landbrug et Fødevarer, 2019 ; NFU, 2019 ; Willett *et al.*, 2019). Si l'idée de *land sparing* a indénia-

blement des atouts, sa mise en œuvre n'est pas sans se heurter à plusieurs défis qu'il convient à présent d'examiner plus en détail.

Les angles morts du modèle de « *Land Sparing* »

Si la simplicité du modèle de Green *et al.* en fait sa force, il n'est pas pour autant sans défauts. Ainsi, le fait de considérer un objectif de production de manière exogène pour comparer les deux stratégies (*land sparing vs land sharing*) empêche de prendre en compte les dynamiques de marché (Desquilbet *et al.*, 2017). Or, les gains de productivité des soixante dernières années ont été en grande partie utilisés pour développer la production animale (Ramankutty *et al.*, 2018). Les surfaces « économisées » par l'intensification ont donc été compensées par celles « dépensées en plus » pour nourrir un cheptel de plus en plus nombreux et des consommateurs dont la prise protéique (au moins en contexte OCDE) est aujourd'hui près du double de celle nécessaire à la couverture de leurs besoins nutritionnels (Westhoek *et al.*, 2011). À contexte politique et de marché constant, la poursuite de l'intensification peut donc conduire à un développement encore accru de l'élevage – la demande des pays émergents étant sans cesse croissante.

Or, l'intensification telle qu'elle s'est déroulée jusqu'à présent a considérablement impacté la biodiversité à l'intérieur des paysages agricoles, notamment du fait du recours massif aux intrants de synthèse et à la simplification des paysages qu'elle a entraînée (IPBES, 2019) ⁽¹⁾. Or, non

(1) L'impact négatif de l'intensification sur la biodiversité a aussi été clairement établi en dehors et à proximité des zones de production, notamment du fait du temps de rémanence ou du transport aérien ou aquatique des molécules en cause (voir, par exemple, Lode *et al.*, 1995 ; Beketov *et al.*, 2013 ; Lassaletta *et al.*, 2016 ; Hallmann *et al.*, 2017).

seulement cette biodiversité possède une valeur d'existence intrinsèque – près de 25 % de la biodiversité que l'Union européenne s'est engagée à conserver au titre de la Convention sur la diversité biologique est par exemple dépendante des pratiques agricoles (Halada *et al.*, 2011) – mais elle est aussi un *facteur de production* nécessaire au bon fonctionnement des agroécosystèmes (voir, par exemple, Dainese *et al.*, 2019). Les relations entre biodiversité et provision de services écosystémiques sont cependant loin d'être univoques : certains taxons peuvent contribuer à tel service, mais se révéler contre-productif pour un autre, et inversement (Slade *et al.*, 2019). Cependant, les données empiriques réunies jusqu'à présent permettent d'identifier quatre services essentiels au bon fonctionnement des agroécosystèmes, qu'un haut niveau de biodiversité est plus à même d'assurer : une meilleure pollinisation, une contribution à la gestion des parasites (Dainese *et al.*, 2019), une vie des sols plus dynamique qui contribue également à une plus grande fertilité (Geisen *et al.*, 2019) et une meilleure capacité d'adaptation au changement climatique (Lin, 2011).

Indépendamment de ses impacts environnementaux, les dimensions sociales du *land sparing* ont été jusqu'à présent peu explorées. Or, une stratégie de *land sparing* à grande échelle repose fondamentalement sur un double mouvement : l'adoption des technologies/modes de production les plus efficaces sur les terres les plus productives, d'une part, et le « ré-ensauvagement » (*rewilding*, en anglais) des zones les moins productives (souvent dites « marginales »), de l'autre, dans le but de créer une mosaïque d'espaces protégés et connectés à travers les territoires. La structure et l'organisation actuelles de l'agriculture, quel que soit le continent considéré, rendent la mise en œuvre d'une telle vision plus que complexe, ne serait-ce que d'un point de vue foncier ou organisationnel, alors que 90 % des agriculteurs exploitent aujourd'hui moins de 2 ha (Tschardt *et al.*, 2012). L'idée de ré-ensauvagement soulève également des questions redoutables des points de vue éthique et politique (Lorimer *et al.*, 2015). Enfin, certains auteurs questionnent les conséquences d'une concentration toujours accrue de la production. Celle-ci aurait en effet toutes les chances de se traduire par une consolidation de l'agro-industrie, à l'amont comme à l'aval, soumettant ainsi l'ensemble des acteurs à l'instabilité des marchés et des stratégies de ces multinationales (Kremen et Merenlender, 2018).

C'est pour rendre compte de trajectoires plus sensibles à l'ensemble de ces enjeux – biodiversité, paysage, société – que des scénarios basés sur une logique plus ou moins explicite de « *land sharing* » ont émergé ces dernières années, en particulier en Europe (Solagro *et al.*, 2016 ; Muller *et al.*, 2017 ; Karlsson *et al.*, 2018 ; Poux et Aubert, 2018). Ces scénarios envisagent une généralisation de l'agriculture à bas niveau d'intrants et mettent la reconnexion entre cultures et élevage ainsi que la végétation semi-naturelle au centre de leurs approches. Il en résulte des niveaux de production moins élevés qu'aujourd'hui dans le contexte européen, mais ne nécessitant pas pour autant une expansion des surfaces agricoles du

fait d'hypothèses ambitieuses sur l'évolution des régimes alimentaires. Les réductions d'émissions de gaz à effet de serre permises par ces scénarios sont, en général, du même ordre de grandeur que les scénarios basés sur le *land sparing*. C'est cependant sur la production de biomasse pour d'autres finalités que l'alimentation (énergie, biomatériau), comme sur le potentiel de séquestration, que se posent les questions les plus redoutables. En effet, la décarbonation complète de l'économie implique simultanément une substitution massive des énergies et matériaux issus de carbone fossile par des énergies et matériaux issus du carbone renouvelable ; et le développement de puits de carbone mobilisant des surfaces considérables (IPCC, 2019). Mais ce sont là deux options plus difficilement compatibles avec les niveaux de rendement plus modestes offerts par des scénarios de type *land sharing*. La question des « *trade offs* » potentiels entre climat et biodiversité doit ainsi, à la lumière de ces travaux, être instruite de manière plus fine que ce qui a été fait jusqu'à présent (on pourra sur cet aspect se référer aux travaux de Hof *et al.*, 2018).

Conclusion : trois défis à court et moyen terme

Les lignes qui précèdent illustrent bien l'importance d'élaborer et de mettre en discussion, dans un cadre ouvert et contradictoire, des trajectoires contrastées du système alimentaire à différentes échelles (Mermet, 2005), tout en donnant à voir leurs impacts sur une diversité d'enjeux via une logique de « tableau de bord » (Waisman *et al.*, 2019). C'est en effet à cette seule condition que peuvent être identifiés et débattus les *trade offs* potentiels et les options sans regret à court, moyen et long termes. Sur la base de travaux comparatifs précédents, deux de ces options « sans regret » peuvent être évoquées et mises en regard des questions qui restent à instruire (Poux et Aubert, 2019).

La première option sans regret consiste à poursuivre les efforts en vue de réduire les pertes et gaspillages tout au long des filières alimentaires – qui représentent près de 20 % de la production agricole européenne (Stenmarck *et al.*, 2016), et environ 1/3 au niveau mondial (HLPE, 2014).

La seconde concerne les régimes alimentaires. Accélérer encore la *transition protéique* déjà en cours, c'est-à-dire simultanément réduire la quantité totale de protéines ingérées, et inverser le ratio entre protéines animales et protéines végétales ⁽²⁾, permettrait de diminuer de manière substantielle le niveau de la pression exercée sur les terres émergées, avec des bénéfices pour le climat et la biodiversité, et ce quelle que soit la stratégie adoptée. Si l'on s'intéresse de plus près à la *nature* des protéines animales à favoriser ou, au contraire, à délaisser, des points de divergence apparaissent cependant rapidement entre stratégies LSP ou LSH. Le discours dominant tend à

(2) Ce ratio est actuellement de 2/3-1/3 entre protéines animales et protéines végétales et pourrait, sans aucune incidence au plan nutritionnel, être inversé.

mettre à l'index la viande de ruminant et le lait en raison de leurs impacts climatiques supérieurs, notamment du fait du fort pouvoir de réchauffement global du méthane émis par ces animaux. Cette approche se révèle cependant réductrice à deux égards :

- en premier lieu, elle ne tient pas compte des services écosystémiques rendus par le maintien de prairies permanentes dans les paysages agricoles, un maintien rendu possible par la présence des ruminants (Pärtel *et al.*, 2005), ni de la capacité de ces mêmes services à valoriser des espaces et des ressources non utilisables par l'homme (Van Zanten *et al.*, 2016).
- en second lieu, elle fait l'impasse sur le fait que la production de viande blanche (porc, poulet) entre non seulement en concurrence directe avec l'alimentation humaine, mais également dépend fondamentalement de l'usage d'engrais azotés pour la production des céréales dont ils dépendent. Des engrais azotés qui, eux-mêmes, se révèlent être émetteurs de N₂O, un gaz au pouvoir réchauffant bien plus important que le méthane et qui, pour le coup, s'accumule dans l'atmosphère pendant plus de 100 ans – à la différence du méthane dont la durée de rémanence est de « seulement » 12 ans. De ce point de vue, une analyse plus fine des impacts comparés de trajectoires de transition reposant sur les monogastriques vs les ruminants restent à établir sur la base des travaux récents de Myles Allen et de son équipe autour du PRG (Allen *et al.*, 2018a ; Allen *et al.*, 2018b).

Enfin, le grand mérite d'une prise en compte plus fine des enjeux de biodiversité dans les paysages agricoles est de nous obliger à contextualiser nos réflexions quant aux stratégies de transformation des modèles agricoles à mettre en œuvre. Dans de nombreuses régions du monde, il est et il sera encore possible d'augmenter les rendements des agroécosystèmes sans affecter leurs capacités productives, ni la biodiversité (Tscharntke *et al.*, 2012). Dans les pays de l'OCDE, où l'intensification s'est déployée à plein pendant les décennies 1960 et 70 et où les rendements actuels sont proches de ce qui est aujourd'hui considéré comme les potentiels agronomiques maximaux (Mueller *et al.*, 2012), la question fait *a minima* débat. En Europe notamment, nombre de cultures ont vu leurs rendements stagner au cours des vingt dernières années (Wiesmeier *et al.*, 2015), au même moment où des pans entiers de la biodiversité des agroécosystèmes se sont effondrés de manière parfois vertigineuse. Tout se passe comme si la destruction de la biodiversité à laquelle avait participé cette intensification, rendait aujourd'hui impossible sa poursuite, en désorganisant de manière structurelle les agroécosystèmes. Dans un tel contexte, l'enjeu n'est plus de poursuivre cette trajectoire, mais plutôt de trouver un nouvel équilibre entre fonctionnement des agroécosystèmes et production agricole.

Pour avancer sur ces questions, il sera essentiel de progresser dans notre compréhension du rôle que joue la biodiversité dans les paysages agricoles et des modalités de son maintien. C'est une question agronomique fondamentale qui est de mieux en mieux cadrée par la recherche (Thérond *et al.*, 2017), même si les recherches empiriques

manquent encore. Mais il sera aussi essentiel qu'en parallèle de ces travaux, la communauté des modélisateurs améliore ses capacités à représenter des systèmes agricoles plus biodivers. Ce n'est qu'à cette condition que les enjeux de biodiversité cesseront d'être abordés uniquement du point de vue de la (non-)expansion des terres agricoles, comme c'est aujourd'hui presque systématiquement le cas (FABLE, 2019 ; Willett *et al.*, 2019). Mais ils nous obligeront aussi à questionner la trajectoire de transformation des modèles agricoles eux-mêmes.

Références

- ALLEN M. R., CAIN M., LYNCH J. *et al.* (2018a), *Climate metrics for ruminants*, Oxford, Oxford Martin Programme on Climate Pollutants, 4 pages.
- ALLEN M. R., SHINE K. P., FUGLESTVEDT J. S. *et al.* (2018b), "A solution to the misrepresentations of CO₂-equivalent emissions of short-lived climate pollutants under ambitious mitigation", *npj Climate and Atmospheric Science* 1 (1), 16.
- BEKETOV M. A., KEFFORD B. J., SCHÄFER R. B. *et al.* (2013), "Pesticides reduce regional biodiversity of stream invertebrates", *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110 (27), pp. 11039-11043.
- DAINESE M., MARTIN E. A., AIZEN M. A. *et al.* (2019), "A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production", *Science Advances* 5 (10), 13.
- DESQUILBET M., DORIN B. & COUVET D. (2017), "Land Sharing vs Land Sparing to Conserve Biodiversity: How Agricultural Markets Make the Difference", *Environmental Modeling & Assessment* 22 (3), pp. 185-200.
- ECF (2018), *Net Zero By 2050: From Whether to How*, Brussels, European Climate Foundation – Climact, 66 pages.
- FABLE (2019), *Pathways to Sustainable Land-Use and Food Systems. 2019 Report of the FABLE Consortium*, Laxenburg & Paris, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) and Sustainable Development Solutions Network (SDSN).
- FOLBERTH C., KHABAROV N., BALKOVIČ J. *et al.* (2020), "The global cropland-sparing potential of high-yield farming", *Nature Sustainability* 3 (4), pp. 281-289.
- GEISEN S., WALL D. H. & VAN DER PUTTEN W. H. (2019), "Challenges and Opportunities for Soil Biodiversity in the Anthropocene", *Current Biology* 29 (19), R1036-R1044.
- GREEN R. E., CORNELL S. J., SCHARLEMANN J. P. W. *et al.* (2005), *Farming and the Fate of Wild Nature*, 307 (5709), pp. 550-555.
- HALADA L., EVANS D., ROMÃO C. *et al.* (2011), "Which habitats of European importance depend on agricultural practices?", *Biodiversity and Conservation* 20 (11), pp. 2365-2378.
- HALLMANN C. A., SORG M., JONGEJANS E. *et al.* (2017), "More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas", *PLOS ONE* 12 (10), e0185809.
- HLPE (2014), *Food losses and waste in the context of sustainable food systems*, Rome, High Level Panel of Experts of the Committee on World Food Security.
- HOF C., VOSKAMP A., BIBER M. F. *et al.* (2018), *Bioenergy cropland expansion may offset positive effects of climate change mitigation for global vertebrate diversity*, 201807745.
- IPBES (2019), *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services*, Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.

- 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*, Geneva, WMO, UNEP.
- KARLSSON J. O., CARLSSON G., LINDBERG M. *et al.* (2018), "Designing a future food vision for the Nordics through a participatory modeling approach", *Agronomy for Sustainable Development* 38 (6), 59.
- KREMEN C. & MERENLENDER A. M. (2018), "Landscapes that work for biodiversity and people", *Science* 362 (6412).
- LANDBRUG & FØDEVARER (2019), *Climate-neutral 2050*, Denmark, Danish Agriculture & Food Council, 25 pages.
- LASSALETTA L., BILLEN G., GARNIER J. *et al.* (2016), "Nitrogen use in the global food system: past trends and future trajectories of agronomic performance, pollution, trade, and dietary demand", *Environmental Research Letters* 11, 14.
- LIN B. B. (2011), "Resilience in Agriculture through Crop Diversification: Adaptive Management for Environmental Change", *BioScience* 61 (3), pp. 183-193.
- LODE O., EKLO O. M., HOLEN B. *et al.* (1995), "Pesticides in precipitation in Norway", *Science of The Total Environment* 160-161, pp. 421-431.
- LORIMER J., SANDOM C., JEPSON P. *et al.* (2015), "Rewilding: Science, Practice, and Politics", *Annual Review of Environment and Resources* 40 (1), pp. 39-62.
- MASSON-DELMOTTE V., ZHAI P., PÖRTNER H. O. *et al.* (2018), *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*, Geneva, World Meteorological Organization.
- MERMETL. (Ed.) (2005), *Étudier des écologies futures. Un chantier ouvert pour les recherches prospectives environnementales*, Bruxelles, P.I.E. Peter Lang, 411 pages.
- MUELLER N. D., GERBER J. S., JOHNSTON M. *et al.* (2012), "Closing yield gaps through nutrient and water management", *Nature* 490, 254.
- MULLER A., SCHADER C., SCIALABBA N. E.-H. *et al.* (2017), "Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture", *Nature communications* 8 (1), 1290.
- NFU (2019), *Achieving NET ZERO – Farming's 2040 goal*, Warwickshire, National Farmer Union.
- PÄRTEL M., BRUUN H. H. & SAMMUL M. (2005), "Biodiversity in temperate European grasslands: origin and conservation", *Grassland Science in Europe* 10, pp. 1-14.
- PHALAN B. (2018), "What Have We Learned from the Land Sparring-sharing Model?", *Sustainability* 10 (1760).
- POUX X. & AUBERT P.-M. (2018), *Ten Years for Agroecology in Europe: a multifunctional agriculture for healthy eating. Findings from the Ten Years For Agroecology (TYFA) modelling exercise*, Paris, Iddri, 73 pages, <https://www.iddri.org/sites/default/files/PDF/Publications/Catalogue%20Iddri/Etude/201809-ST0918EN-tyfa.pdf>
- POUX X. & AUBERT P.-M. (2019), « Agriculture et changement climatique : analyse et enseignements d'approches prospectives », *Futuribles international* 234, 13.
- RAMANKUTTY N., MEHRABI Z., WAHA K. *et al.* (2018), "Trends in Global Agricultural Land Use: Implications for Environmental Health and Food Security", *Annual Review of Plant Biology* 69 (1), pp. 789-815.
- SHUKLA P., SKEA J., CALVO BUENDIA E. *et al.* (Eds.) (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*, Geneva, World Meteorological Organization.
- SOLAGRO – COUTURIER C., CHARRU M. *et al.* (2016), *Le scénario Afterres 2050 version 2016*, Toulouse, Solagro, 93 pages.
- SLADE E., BAGCHI R., KELLER N. & PHILIPSON C. (2019), "When Do More Species Maximize More Ecosystem Services?", *Trends in Plant Science* 24(9), pp. 790-793.
- STENMARCK A. S., JENSEN C., QUESTED T. *et al.* (2016), *FUSION report – Estimates of European food waste levels*, Stockholm, FUSIONS/IVL Swedish Environmental Research Institute, 79 pages.
- THÉRON O., DURU M., ESTRADÉ J.-R. *et al.* (2017), "A new analytical framework of farming system and agriculture model diversities. A review", *Agronomy for Sustainable Development* 37 (21), pp. 1-24.
- TSCHARNTKE T., CLOUGH Y., WANGER T. C. *et al.* (2012), "Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification", *Biological Conservation* 151 (1), pp. 53-59.
- VAN ZANTEN H., MEERBURG B., BIKKER P. *et al.* (2016), "Opinion paper: The role of livestock in a sustainable diet: a land-use perspective", *Animal* 10 (4), pp. 547-549.
- WAISMAN H., BATAILLE C., WINKLER H. *et al.* (2019), "A pathway design framework for national low greenhouse gas emission development strategies", *Nature Climate Change* 9 (4), pp. 261-268.
- WESTHOEK H., ROOD T., VAN DEN BERG M. *et al.* (2011), *The protein puzzle: the consumption and production of meat, dairy and fish in the European Union*, Netherlands Environmental Assessment Agency.
- WIESMEIER M., HÜBNER R. & KÖGEL-KNABNER I. (2015), "Stagnating crop yields: An overlooked risk for the carbon balance of agricultural soils?", *Science of The Total Environment* 536, pp. 1045-1051.
- WILLET W., ROCKSTRÖM J., LOKEN B. *et al.* (2019), "Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems", *The Lancet*.

Dans biodiversité... il y a diversité !

Par Luc ABBADIE

Professeur d'écologie à Sorbonne Université

Le mot « biodiversité » est aujourd'hui couramment employé, et il faut s'en réjouir. Il désigne le plus souvent un ensemble de plantes ou d'animaux, il remplace parfois les mots de « nature » ou de « paysage », ou il renvoie à des processus écologiques plus ou moins explicites. Cette apparente polysémie cache pourtant l'essentiel : dans biodiversité... il y a diversité ! La biodiversité, c'est cette propriété fondamentale du vivant, cette propriété consubstantielle au vivant : la variété, la variation, la disparité, la pluralité, bref la diversité. Une diversité qui se manifeste à toutes les échelles, de la molécule aux écosystèmes, dans l'immédiat comme dans le temps long, à travers les formes, les couleurs, la physiologie, dans l'organisation des assemblages d'organismes et les modalités de leurs interactions.

La manifestation la plus accessible de la variabilité du vivant est le nombre d'espèces qui habitent la Terre, probablement aux alentours de huit à dix millions, tous groupes confondus. Mais pourquoi 10 000 000, pourquoi pas 1 000 ou 1 ? Comment en est-on arrivé là ?

Deux grands mécanismes semblent jouer. Le premier résulte de la grande variété des milieux physiques présents sur la planète : aquatiques ou terrestres, chauds ou froids, sombres ou lumineux. Le hasard des mutations génétiques et le tri effectué par la sélection naturelle, on y reviendra, font que certaines populations s'écartent du modèle initial du point de vue physiologique, morphologique ou comportemental. Elles deviennent moins compatibles avec leur milieu de vie, mais plus adaptées à tel autre milieu qu'elles peuvent alors coloniser, finissant ainsi par constituer des espèces différentes de l'espèce initiale.

Le second mécanisme, à l'impact massif sur la diversité biologique, est lié aux interactions entre espèces. Les données paléontologiques montrent qu'après chaque crise d'extinction, dès que la perturbation qui l'a causée cesse, on repart dans une période de différenciation : des espèces nouvelles, ou des groupes d'espèces taxonomiquement proches, apparaissent, s'accumulent, en suivant souvent une dynamique grossièrement exponentielle (à l'échelle de millions d'années tout de même...). À l'origine de cette dynamique irrépressible se trouve le phénomène de *trade-off*, ou compromis, qui stipule qu'un organisme ne peut pas être au maximum de ses performances dans tous les domaines, car la quantité d'énergie dont il dispose est limitée : s'il est très fort sur un caractère, il le sera nécessairement moins sur un ou plusieurs autres caractères.

En cas de compétition, si l'un des organismes met beaucoup d'énergie dans cette relation négative, il lui en restera moins pour le reste, notamment pour sa reproduction : il est alors sur une pente de régression de ses effectifs qui peut

le conduire à l'extinction, au moins localement. Mais, s'il est capable de changer son comportement à court terme ou si, à plus long terme, le hasard des variations génétiques induit une modification de son spectre d'exploitation des ressources, le coût de la compétition en est réduit d'autant, et l'investissement dans la reproduction peut se maintenir à un niveau élevé. C'est ce qui est arrivé aux Galapagos : un pinson en provenance d'Amérique du Sud débarque sur ces îles, il y a trois millions d'années. Le nombre d'individus s'accroît rapidement, et une compétition pour l'accès à l'espace et aux ressources alimentaires se met en place. Petit à petit, au rythme de l'évolution, certaines populations se spécialisent dans tel type d'habitat et tel type de nourriture. Et, aujourd'hui, ce sont quatorze espèces de pinsons qui peuplent ces îles, toutes étroitement apparentées, mais toutes différentes du point de vue de leur niche écologique, c'est-à-dire de leur place dans le système écologique des îles Galapagos. En d'autres termes, la compétition a engendré une certaine spécialisation des divers pinsons, c'est-à-dire une différenciation. Et comme une amélioration des performances reproductives est toujours possible, il n'y a aucune raison pour que le processus de différenciation s'arrête là, il y aura peut-être bientôt plus de quatorze espèces de pinsons aux Galapagos...

À partir de cet exemple, on voit bien qu'un monde vivant constant, fixe, est tout simplement inconcevable, il ne peut être que de plus en plus varié. Bien sûr, la compétition n'est pas le seul déclencheur de la diversification, tous les autres types d'interactions alimentaires (prédation, parasitisme...) ou non alimentaires (pollinisation...) conduisent au même résultat. Mais depuis quelques années, on se rend compte que le mutualisme est aussi un moteur de diversification particulièrement puissant.

Dans une certaine mesure, on peut interpréter le mutualisme comme la mise en commun du coût de certaines fonctions. Le mutualisme le plus répandu est peut-être

celui entre les plantes et les micro-organismes. Accéder à l'eau et aux nutriments comme l'azote et le phosphore revient à établir un contact entre l'organisme et le sol : pour une même masse vivante, la surface de contact entre un mycélium de champignon et le sol est bien plus grande qu'entre ce dernier et une racine, car le diamètre du mycélium est bien plus petit que celui de la racine. Résultat : la nutrition minérale des plantes une fois qu'elles sont installées est assurée par les champignons, les racines n'étant finalement que des relais... Pour la plante, le coût de ce mode de nutrition est diminué, car une bonne partie du travail d'exploration du sol est assumé par le champignon.

Le bénéfice que tire le champignon de cette association très étroite (dans bien des cas, le mycélium pénètre dans la cellule racinaire) se situe au niveau de sa nutrition carbonée. À la différence des plantes photosynthétiques, un champignon ne sait pas fabriquer les chaînes carbonées dont il est constitué à partir du dioxyde de carbone de l'air. Il est donc totalement dépendant de molécules organiques préexistantes, y compris pour fabriquer l'énergie dont il a besoin : il peut les trouver dans la matière organique morte du sol ou les recevoir d'une plante vivante. Dans le cas du mutualisme mycélium-racine, le champignon reçoit effectivement de la plante toute une gamme de carbohydrates... et même des vitamines et des hormones.

Cette association, dite mycorrhizienne, est clairement gagnante-gagnante, mais elle crée aussi une très forte dépendance du champignon vis-à-vis de la plante, et réciproquement. Cela signifie que si l'un change pour une raison quelconque, cela crée une sorte d'appel au changement de l'autre, selon la mécanique de la sélection naturelle. Les dynamiques d'adaptation des deux partenaires se trouvent couplées, les deux organismes évoluent ensemble. Cette coévolution s'observe en fait fréquemment : les prédateurs et leurs proies co-évoluent, les parasites et leurs hôtes co-évoluent, les végétaux et leur pollinisateurs co-évoluent.

Cette mécanique peut être parfois poussée très loin. Un exemple emblématique est donné par une orchidée de Madagascar dotée d'une nectarie d'une trentaine de centimètres, tube étroit au fond duquel se trouve un jus sucré, le nectar, convoité par un papillon muni d'une trompe à peu près de la même longueur. Ce papillon est le seul à disposer d'une telle trompe, il n'a donc pas de compétiteur pour le nectar. Il n'exploite pratiquement que cette orchidée qui voit ainsi quasiment 100 % des grains de pollen qui se déposent sur le papillon atteindre une autre fleur de sa propre espèce. On ne sait pas très bien comment on en est arrivé là, par allongements successifs des deux organes, ou d'un seul coup. Ce qui sûr, c'est que ce mutualisme exclusif assure à l'orchidée une pollinisation ultra efficace et garantit au papillon une nourriture inaccessible à d'autres.

Les deux partenaires sont gagnants... En tout cas à court terme. Il y a tout de même un problème : si l'un des deux vient à disparaître, l'avenir de l'autre est sérieusement assombri. Derrière cet exemple se profile donc la question du compromis entre performance immédiate et capacité à rebondir en cas de changement des conditions. Ce couple

orchidée-papillon est clairement un exemple de maximisation des performances immédiates, mais au prix d'un risque élevé quant à la persistance des deux organismes sur le long terme.

Un détail qui fait bien comprendre la logique du mutualisme : le nom de cette sous-espèce de papillon est *prae-dicta*. En effet, Charles Darwin, après avoir observé cette orchidée, a prédit l'existence d'un papillon à longue trompe qu'il n'a jamais pu voir, cette sous-espèce n'ayant été découverte par un autre naturaliste qu'une dizaine d'années plus tard. Une espèce prédite...

« Différence » est un mot clé pour comprendre le monde vivant : différences entre les espèces, on l'a vu, et différences entre les individus au sein d'une même espèce. Ce qui caractérise une espèce, c'est que tous les individus qui la composent partagent le même patrimoine génétique... ou presque : certains individus peuvent être pourvus de gènes que d'autres non pas et, surtout, il existe différentes versions, différents allèles, d'un même gène d'un individu à l'autre. Ce polymorphisme génétique engendre évidemment un polymorphisme physiologique, comportemental, morphologique : tous les individus se ressemblent, mais ne sont pas strictement identiques. Cette variabilité intra-espèces résulte de la dérive génétique et de la sélection naturelle : elle reflète l'histoire passée d'un organisme confronté à un environnement changeant et conditionne en partie la réaction de l'organisme considéré aux changements environnementaux futurs.

L'exemple, célèbre, de la phalène du bouleau dans la région de Manchester illustre bien la signification du polymorphisme pour la persistance de l'espèce. Avant l'ère industrielle, la quasi-totalité des individus de ce papillon nocturne étaient de couleur claire, tandis que quelques rares spécimens étaient de couleur sombre ; en 1895, 98 % des papillons étaient noirs ! Que s'est-il passé entre temps ? L'essor de l'industrie et la pollution par la suie qui a recouvert la végétation, notamment le tronc des arbres, où se reposent les phalènes. Les formes claires étaient alors devenues très visibles pour les oiseaux qui les ont consommées en masse, ce qui a entraîné l'effondrement de leurs effectifs ; au contraire, les formes sombres, qui étaient très visibles auparavant lorsque la végétation était propre, étaient devenues difficiles à repérer par les oiseaux qui les ont donc délaissées, ce qui a entraîné la croissance rapide de leurs effectifs. Les deux formes ont toujours coexisté, ce sont leurs proportions qui ont changé. En effet, quand une proie devient très rare pour le prédateur, par exemple quelques clairs au milieu de sombres nombreux, elle devient plus difficile à trouver pour le prédateur, elle peut donc ainsi accroître ses chances de survie.

Au vu de cette histoire, il n'est pas très difficile de pronostiquer que si la pollution diminue et que la végétation retrouve ses couleurs, alors les formes claires pourraient reprendre le dessus au détriment des sombres. C'est exactement ce qui est arrivé : avec la désindustrialisation de Manchester, la proportion de sombres a commencé à baisser, puis a véritablement plongé entre 1980 et 2000 et ne représente plus aujourd'hui que quelques pourcents de la population totale de phalènes. Ainsi, ce papillon s'est



Photo © Stephen Dalton/PHOTOSHOT-BIOSPHOTO

Deux papillons appartenant à la même espèce, l'un clair et l'autre noir.

« Avant l'ère industrielle, la quasi-totalité des phalènes du bouleau de Manchester étaient de couleur claire, tandis que quelques rares spécimens étaient de couleur sombre ; en 1895, 98 % des papillons étaient noirs ! »

maintenu dans un environnement changeant grâce à l'hétérogénéité de sa coloration ; si celle-ci avait été homogène, la population aurait connu une sévère régression et aurait couru un risque d'extinction, au moins localement. En d'autres termes, c'est l'existence de formes mal adaptées à un moment donné mais se révélant mieux adaptées à un autre moment dans le futur qui a permis à la phalène du bouleau d'être toujours présente à Manchester. Cette situation est en fait banale : ce qui a été appelé le mélanisme industriel a été observé chez un millier d'espèces.

Actuellement, le changement climatique modifie les conditions de la sélection naturelle : certains caractères dominants régressent, d'autres se propagent dans telle ou telle population. Par exemple, chez les chouettes hulottes du canton de Vaud en Suisse, il existe des individus au plumage sombre et d'autres au plumage plus clair. Avec le réchauffement en cours, le manteau neigeux disparaît plus rapidement. Par conséquent, les chouettes claires se fondent de moins en moins dans le paysage alors que les chouettes plus sombres passent de plus en plus inaperçues et voient leurs effectifs croître au détriment de leurs congénères claires. On s'attend à ce que ce genre de phénomène s'accélère un peu partout ; il constitue, avec la relative plasticité du comportement et de la distribution géographique, d'une part, et la modification à court terme et réversible de l'expression de certains gènes (épigénétique), d'autre part, le

troisième niveau de réponse des organismes au réchauffement climatique, réponse rapide, mais réponse insuffisante si le climat change vite et fortement.

Finalement, chacune des dix millions d'espèces qui peuplent la Terre peut être interprétée comme une « bonne » réponse du vivant à ce qui l'entoure, milieu physique et autres espèces, une bonne réponse mais pas la seule, loin de là. Le résultat, c'est que chaque mètre carré de continent ou chaque mètre cube d'eau douce ou salée contient des centaines ou des milliers d'espèces qui cohabitent. Décrire, modéliser et prédire comment s'organise cette cohabitation est l'objectif de l'écologie. Une première approche, simple, consiste à se demander si le nombre d'espèces présentes quelque part a, en tant que tel, une conséquence quelconque. Ce questionnement n'est évidemment pas indépendant du constat fait d'un déclin massif des espèces à l'échelon planétaire, aujourd'hui dénommé « sixième crise d'extinction massive ».

Les premières réponses ont été fournies par des expériences de terrain menées au cours de la dernière décennie du XX^e siècle. La plus connue a été réalisée sur des écosystèmes de prairie dans le Minnesota. Des couvertures végétales comprenant 5, 10, et jusqu'à 25 espèces herbacées tirées au hasard ont été installées, et leur productivité a été mesurée en situation standard ou en situation de sécheresse. Il a été établi clairement que plus la

prairie est riche en espèces, plus sa productivité est élevée et plus elle résiste à la sécheresse. Des résultats analogues ont été obtenus dans d'autres régions du monde. Et aujourd'hui, on peut affirmer qu'il existe bien une relation positive entre biodiversité et productivité et entre biodiversité et stabilité dans les écosystèmes herbacés et, très probablement, dans les écosystèmes forestiers. Des résultats, moins nombreux pour l'instant, suggèrent également le même type de relation en ce qui concerne la diversité génétique.

Le nombre d'espèces en tant que tel aurait trois effets. D'abord, plus les espèces présentes dans un couvert sont nombreuses, et plus il y a de chances pour que l'une d'entre elles soit en quelque sorte pré-adaptée à une sécheresse, à un grand froid ou à un virus. Cela lui permet de tirer avantage d'une situation de forte contrainte pour les autres, ce qui revient à compenser ainsi, au moins en partie, la perte de production engendrée par la régression des voisines. Ensuite, la présence de certaines espèces favorise la croissance des autres. Par exemple, l'ombre portée par une espèce de grande taille permet à une espèce de petite taille d'échapper aux échauffements excessifs auxquels elle est sensible ; ou, cette plante qui fixe l'azote de l'air alimente l'ensemble du couvert de ce nutriment souvent peu disponible dans le sol. Enfin, on découvre petit à petit des phénomènes de véritable coopération entre espèces. Il a, par exemple, été montré qu'un jeune arbre exposé à un fort ensoleillement pouvait transférer des glucides issus de sa photosynthèse à un arbre d'une autre espèce placé à l'ombre *via* le réseau mycorhizien qui connecte entre eux leurs systèmes racinaires respectifs..., les deux arbres étant en même temps en compétition pour autre chose, l'accès à l'eau par exemple.

Cet effet favorable de la biodiversité a été désigné en écologie par l'expression « hypothèse de l'assurance biologique » : l'hétérogénéité des espèces est un gage du maintien de la productivité végétale dans des circonstances variées, ce qui n'est pas anodin pour les herbivores, leurs prédateurs... et les éleveurs !

L'impact de la diversité des espèces sur la persistance des écosystèmes peut se lire dans la variation spatiale de la composition des communautés d'organismes. La forêt en fournit un bon exemple. Après une coupe rase de faible surface par exemple, le milieu est ensoleillé et sec : des plantes colonisatrices herbacées envahissent rapidement la zone. D'où viennent-elles ? D'une autre parcelle, située à quelques centaines de mètres, qui avait elle-même été ouverte cinq ou dix ans auparavant. Des arbres arrivent ensuite, assombrissent le milieu le rendant impropre à

beaucoup d'espèces déjà présentes, jusqu'à leurs propres plantules. D'autres arbres prennent alors le relai, modifiant à nouveau le milieu.

À chaque étape se pose la question de la disponibilité des espèces compatibles avec les conditions du moment. Si ces espèces ne sont pas présentes quelque part, ou du moins pas trop loin afin de pouvoir être transportées par le vent ou les animaux, la régénération est tout simplement bloquée. Autrement dit, une forêt homogène ne peut exister. C'est parce qu'elle est constituée de communautés différentes mais contiguës, qu'elle est donc hétérogène, qu'elle peut se maintenir indéfiniment, à peu près semblable à elle-même. Mais d'où vient cette hétérogénéité ? De perturbations qui frappent un peu au hasard, comme un arbre mort qui finit par tomber ou quelques arbres abattus par une tempête, ou un incendie limité, ou une mortalité engendrée par une maladie, qui toutes ouvrent une clairière et permettent à la succession de communautés que nous avons décrite de s'enclencher. Une forêt en bonne santé est finalement un ensemble de petites forêts qui en sont toutes à des stades différents de leur développement.

Cette instabilité perpétuelle de la forêt est le propre de tous les systèmes écologiques, terrestres, d'eau douce ou marins. Chacun des individus de chacune des espèces présent quelque part change son milieu, car il intercepte passivement ou activement des ressources et rejette des déchets, impactant de ce fait les conditions de vie de tous les autres autour de lui ; ces mêmes autres qui changent également leur milieu et répondent au changement du premier, et ainsi de suite... En raison de ce jeu d'interactions vivant-vivant et vivant-non vivant typique des systèmes complexes, tout écosystème est un système dynamique et peut être vu comme une gigantesque mosaïque mouvante, nécessairement mouvante. C'est pour cette raison que les systèmes écologiques sont davantage que la somme de leurs composantes, qu'ils ne répondent pas toujours et seulement de façon linéaire aux perturbations, qu'ils peuvent connaître des points de bascule vers des états totalement différents, qu'il est difficile de prévoir leurs trajectoires temporelles.

S'il y a un mot clé pour caractériser le monde vivant, c'est bien celui d' « hétérogénéité ». Hétérogénéité dans le temps et dans l'espace, mais aussi hétérogénéité provisoire, instable, jamais achevée, qui retrace l'histoire de l'aller-retour permanent entre chaque organisme et ce qui l'entoure, et qui confère au phénomène vivant cette incroyable capacité à rebondir perpétuellement, quels que soient les aléas auxquels il est confronté et les catastrophes qui le frappent.

Amicale du Corps des Mines – Groupe de réflexion sur le climat

Intervention d'Allain BOUGRAIN-DUBOURG

dans le cadre de la réunion du 4 février 2020

Président de la Ligue pour la protection des oiseaux

Il est difficile d'évoquer le climat sans se poser la question de la crise de la biodiversité. En effet, le changement climatique est considéré comme la troisième source d'extinction des espèces vivantes et, à l'inverse, les solutions pour lutter contre celui-ci (barrages, la biomasse ou les énergies renouvelables) peuvent avoir de forts impacts sur la biodiversité.

La métaphore de la tour Eiffel proposée par Bruno David permet d'opérer un rapprochement entre ingénieurs et protecteurs de la biodiversité : « Enlevez une poutrelle, rien ne se passe ; enlevez une deuxième, rien ne passe..., mais continuez d'en enlever, et au bout d'un certain nombre, la tour s'écroulera, d'un coup, sans que l'on puisse prévoir exactement à quel nombre de poutrelles retirées sera atteint le seuil de rupture. »

Exposé d'Allain Bougrain-Dubourg

Allain Bougrain-Dubourg, qui a collaboré avec de nombreuses associations de protection de la nature, assure depuis trente ans la présidence de la LPO.

Il salue la présence de nombreuses femmes à cette réunion, indiquant que celles-ci sont souvent plus impliquées que les hommes dans les questions de préservation de la vie, et qu'elles ont de fortes capacités à mobiliser les consciences, comme il a pu le constater lors de sommets internationaux.

Depuis le Sommet de Rio, il a eu l'occasion en tant que membre de la délégation française de participer à de nombreuses COP. Bien qu'elles aient suscité à chaque fois un réel élan d'enthousiasme et d'espoir, elles ont souvent été suivies par beaucoup de déception.

Lors de la Conférence mondiale sur la biodiversité, qui s'est tenue à Nagoya en 2010, ont été annoncés des objectifs importants de limitation de perte de la biodiversité. Néanmoins, dix ans plus tard, les résultats obtenus sont médiocres. La biodiversité – comme l'amour – ne peut pas se contenter de déclarations, elle a besoin de preuves. Ce sont ces preuves qui manquent encore trop aujourd'hui.

On peut d'ailleurs noter que l'utilisation du terme « biodiversité » date des années 1980, venant en substitution à la notion de « protection de la nature ». Même s'il a donné du poids à ce combat, ce nouveau terme est aussi plus froid, en n'évoquant pas explicitement la nature et le vivant.

L'IPBES, fondé en 2012 et regroupant des experts internationaux, est le pendant du GIEC sur les questions de bio-

diversité. En dépit des nombreux progrès technologiques des dernières décennies, on ignore encore aujourd'hui le nombre d'espèces présentes sur Terre. Parmi les 8 millions d'espèces recensées à ce jour, un million d'entre elles sont menacées ou à l'agonie.

Histoire de la vie sur la planète

Pour fixer les idées et les ordres de grandeur, on comparera l'histoire de la Terre au déroulement d'une semaine.

- L'histoire de la Terre commence il y a 4,5 milliards d'années – L'équivalent du lundi dans notre analogie.
- La vie apparaît le mercredi à midi (soit après environ 1 milliard d'années).
- Les dinosaures apparaissent sur Terre le dimanche à 16h00, puis disparaissent vers 19h00.
- Les premiers australopithèques (par exemple, Lucy), le dimanche soir à minuit moins 3 minutes.
- Le Christ à minuit moins un quart de secondes.

Enfin, dans le dernier quarantième de seconde (toujours à l'échelle de la semaine), les humains ont entièrement transformé la planète.

Les quelques chiffres suivants permettent de réaliser cette influence de l'espèce humaine sur la biosphère :

- Décomposition de la masse des mammifères vivant aujourd'hui sur Terre (1 262 millions de tonnes au total) :
 - 62 % pour le bétail destiné à la consommation humaine ;
 - 37 % pour les humains ;
 - 1 % pour les mammifères sauvages (éléphants, musaraignes, mammifères marins, etc.).

- Les poulets constituent 71 % de la masse des oiseaux de la planète.
- Actuellement, une espèce de batracien sur trois et une espèce de mammifère sur quatre sont en voie de disparition.

Protection de la biodiversité en France

Le CESE (Conseil économique, social et environnemental), dont Alain Bougrain-Dubourg est membre, réalise chaque année un état des lieux de la France.

L'indicateur retenu par France Stratégie pour la biodiversité est le taux d'artificialisation des sols (principalement, le béton ou l'asphalte). Mais ce choix est discutable, car il est fortement favorable à l'agriculture intensive. En effet, l'assèchement des zones humides, l'utilisation de produits chimiques et le risque d'expansion d'espèces invasives ne sont pas comptabilisés, alors qu'ils contribuent grandement à la baisse de la biodiversité.

Sur l'artificialisation à proprement parler, la France n'est pas exempte de critiques, comme en témoigne le nombre de ronds-points qui est bien plus élevé que dans les autres pays européens.

Dans les années 1970, on a assisté à un déclin impressionnant des « espèces emblématiques ». L'État et les associations se sont alors battus pour l'enrayer. La loi a protégé beaucoup d'espèces menacées (notamment les rapaces), et cela a été un succès, comme le montre l'exemple des faucons pèlerins qui nichent désormais au cœur même de Paris.

Pourtant, ces mesures ont laissé de côté les « espèces ordinaires » qui souffrent le plus aujourd'hui :

- De nombreux oiseaux ont disparu faute de pouvoir se nourrir, à cause des insecticides.
- Dans les espaces protégés, 75 % des insectes volants ont déjà disparu en Allemagne.

Enfin, il est dommage de parler systématiquement des espèces sauvages en termes de « stock » et de « quota », en oubliant qu'il s'agit avant tout d'un ensemble d'individus.

Réchauffement climatique et biodiversité

Si le réchauffement climatique est une chance pour certaines espèces (par exemple, pour certaines cigognes blanches qui n'éprouvent plus le besoin de migrer aussi loin qu'avant), il est également une sévère menace pour la biodiversité.

Il cause notamment des mouvements inquiétants de différentes espèces :

- La chenille processionnaire, très invasive, qui, après être venue d'Espagne, arrive aujourd'hui en Belgique.
- Le renard roux remonte aussi plus au Nord, entrant en compétition territoriale avec le renard polaire.

Le réchauffement climatique menace également les tortues, dont le sexe de leur progéniture est déterminé par la température des œufs pendant l'incubation. Si l'alternance

des saisons permet pour le moment d'assurer un équilibre des naissances entre mâles et femelles, 2 degrés de plus conduiront sûrement à la naissance de femelles uniquement et donc à l'extinction de l'espèce.

Par ailleurs, si l'on compare préservation du climat et celle de la biodiversité, celle du climat mobilise davantage les citoyens :

- Pour le climat, on voit une intensification et une accélération de sa dégradation au travers de phénomènes physiques observables, mais il est possible de proposer des réponses au niveau individuel ou collectif (économies d'énergie, covoiturage, isolation...).
- Pour ce qui concerne la biodiversité, il est en revanche plus difficile de susciter une prise de conscience et des actions : on ne connaît même pas le nom de toutes les espèces qui disparaissent, et les solutions à mettre en œuvre le sont beaucoup moins à l'échelle du simple citoyen.

La question de la chasse

On compte 64 espèces d'oiseaux qui peuvent être chassées en France, alors que la moyenne dans les autres pays européens se situe généralement entre 20 et 30. En outre, 20 de ces 64 espèces sont sur la liste rouge de l'Union internationale de conservation de la nature (UICN), comme le courlis cendré, une espèce protégée partout ailleurs en Europe et pour laquelle l'UE a même financé un programme Life de sauvetage en Pologne.

Le gouvernement tente régulièrement d'étendre la période de chasse, en dépit des réglementations européennes sur le sujet, ce qui conduit le Conseil d'État à annuler régulièrement les décisions des ministres prises en ce sens.

La tourterelle des bois est un bon exemple d'espèce menacée. Durant les années 1980, les comptages réalisés sur leur chemin de retour de migration indiquent que, sur les 70 000 tourterelles comptées en Gironde, 30 000 étaient braconnées par des chasseurs. Comme 80 % de la population de cette espèce a déjà été éradiquée, la Commission européenne a demandé aux pays au-dessus desquels passent ces tourterelles de « cesser le feu », mais la France a refusé d'appliquer cette mesure.

Même pour des espèces qui affichent encore un nombre significatif d'individus, l'extinction peut arriver très rapidement. On peut donner l'exemple du pigeon migrateur américain, dont l'espèce s'est éteinte en 1914, alors que l'on recensait encore des dizaines de milliers d'oiseaux cinq ans auparavant. Cette disparition a été accélérée par le fait que, chez cette espèce très grégaire, les oiseaux refusent de se reproduire s'ils ne sont pas en nombre suffisant.

Le bien-être animal

La loi d'octobre 2018 sur l'agriculture et l'alimentation (initiée par Nicolas Hulot) devait notamment s'attarder sur la question du bien-être animal.

En effet, il existe encore aujourd'hui des pratiques intolérables sur les animaux d'élevage :

- Les truies ont 16 mamelles, mais donnent aujourd'hui

naissance à environ 20 petits. Quatre d'entre eux sont donc tués, généralement par « *cloison therapy* » (en les jetant contre un mur).

- Castration sans anesthésie des porcelets, pour permettre d'améliorer l'odeur et le goût de leur viande.
- Ces mêmes porcelets voient leurs dents meulées et leurs queues coupées sans anesthésie, afin d'éviter le cannibalisme.
- Lapins élevés à 20 sur 1 m² : un quart des lapins mourant avant même l'abattage qui intervient au bout de 2 mois.
- 50 millions de poussins tués chaque année dans des broyeurs.
- De jeunes femelles parmi les oies gavées tuées, parfois par asphyxie en utilisant des sacs plastiques.

Que peut-on faire ?

Quelques suggestions d'actions à mener par des citoyens soucieux d'être actifs dans la lutte pour la protection de la biodiversité et du bien-être animal :

- adhérer à une association de protection de la nature : plus il y a de membres, et plus ces associations sont écoutées des politiques, et autres acteurs de la société,
- utiliser son bulletin de vote pour élire des représentants qui portent un projet de préservation de la nature,
- être vigilant dans ses choix de consommation : par exemple, faire attention aux catégories des œufs que l'on achète (bannir les œufs de catégorie 3), ou manger moins de viande en favorisant l'élevage des animaux réalisé dans des conditions raisonnables.

Des actions de ce type peuvent véritablement avoir un impact, si elles sont massivement adoptées. Quand un mouvement est massif, les mauvaises habitudes peuvent s'effacer et influencer les politiques.

Einstein : « *Le monde est dangereux à vivre, non pas tant à cause de ceux qui font le mal, mais à cause de ceux qui regardent et laissent faire.* »

Échanges avec le public

Le mot « biodiversité » peut appeler à des solutions technicistes qui tendent à nous écarter de l'environnement. Qu'en pensez-vous ?

Au début du XX^e siècle, nous avons abandonné progressivement la ruralité. Cela a conduit à une perte de l'usage de nos sens et de l'observation de l'environnement naturel. Les anglo-saxons, par exemple, ont moins perdu leur rapport à la nature : ils sont nombreux à pratiquer le « *bird-watching* » ou les sorties nature, et si la LPO a aujourd'hui 60 000 adhérents, son analogue anglais en compte près d'un million.

Pour nuancer ce propos, je fais observer que la saturation des villes conduit parfois à l'apparition de comportements néo-ruraux, visant à vivre mieux avec moins.

Que pensez-vous des mouvements militants de protection des animaux, qui tentent des actions plus fortes ?

Ces actions vigoureuses, voire violentes sont le résultat

du mépris que l'on affiche à l'égard des animaux, il ne faut donc pas s'en étonner. Le crime contre la biodiversité est un crime contre l'humanité, tant la biodiversité est cruciale pour notre futur.

Historiquement, Greenpeace a fait le choix de s'engager de préférence sur les sujets médiatiques, car l'association pense que c'est ainsi qu'elle peut avoir le plus d'impact. Sur certains sujets, les associations ne peuvent pas agir seules, elles doivent se soutenir mutuellement et mener un combat solidaire.

Que pensez-vous de la fusion entre l'ONCFS (Office national de la chasse et de la faune sauvage) et l'AFB (Agence française de la biodiversité) ?

Je souhaite que cette nouvelle agence permette d'aboutir à une meilleure coordination.

Quel est l'impact de la lutte contre le changement climatique sur la biodiversité ?

Le développement des énergies renouvelables est nécessaire, mais ne peut pas être fait n'importe comment et n'importe où. On doit notamment éviter les ZPS (zones de protection spéciales) et les zones Natura 2000.

On peut, à cet égard, déplorer le projet d'éolien en mer prévu au large de l'île d'Oléron, au cœur d'un parc naturel marin récemment créé. Quant au photovoltaïque, il peut également gravement menacer la biodiversité en accélérant l'artificialisation des sols, notamment lorsqu'il est implanté dans la garrigue ou dans des champs non cultivés. Les panneaux devraient, au contraire, être installés en priorité sur les toits des grandes surfaces ou dans les friches industrielles.

La perception que l'on a du patrimoine en France – notamment avec les Journées du patrimoine – est concentrée très majoritairement sur le bâti culturel. Or, nous avons un patrimoine naturel au moins tout aussi riche, qui devrait être davantage connu et mis en valeur.

Quel est le rôle des entreprises dans la protection de la biodiversité ?

Les entreprises ont déjà fait un travail admirable. Elles constituaient l'un des collèges du Grenelle de l'Environnement : elles sont venues avec de réelles propositions qui ne relevaient pas du *greenwashing*.

De nombreuses entreprises se posent les bonnes questions et beaucoup se fixent des objectifs. Dans l'élaboration de solutions, elles se tournent vers les associations, qui sont là pour les aider et les conseiller. Lors du Grenelle, les entreprises ont été étonnées du niveau de maturité des associations, lesquelles sont capables de leur proposer des solutions sur mesure, par exemple pour la réhabilitation de sites industriels.

Quelques exemples peuvent être donnés de l'apport de la LPO en la matière :

- La LPO travaille avec Cemex (ciment) pour améliorer les méthodes d'extraction et favoriser le réaménagement des sites de celle-ci. Cette collaboration a permis d'obtenir de réels progrès.

- McDonalds a aussi fait d'importants efforts : tous ses laitages sont issus de l'agriculture biologique et les œufs de catégorie 3 ne sont plus utilisés. Une entreprise de cette taille a plus de pouvoir que le ministre de l'Agriculture, quand, par exemple, elle commande du bio à des centaines d'éleveurs. Un McDonalds « biodiversité » a même été installé à Toulouse avec l'aide de la LPO.

Le Grenelle de l'Environnement a également permis de faire évoluer les mentalités. Auparavant, les syndicats avaient pour principale préoccupation la sauvegarde de l'emploi ; et, par conséquent, les revendications écologistes étaient souvent perçues comme une menace pour l'emploi. Aujourd'hui, les syndicats s'intéressent eux aussi aux questions environnementales, notamment sous le prisme de la santé.

Stopperons-nous la dégradation de la nature au niveau mondial ?

Par Yann WEHRLING

Ambassadeur à l'Environnement

La crise sanitaire que nous venons de traverser a singulièrement bousculé l'agenda diplomatique. Pour l'environnement, tous les signaux sont au rouge. L'augmentation des émissions de gaz à effet de serre se poursuit, et dans son giron, celle des températures moyennes. Les écosystèmes, tels que les forêts tropicales ou les océans, continuent de se dégrader à une vitesse vertigineuse. Dans le même temps, le lendemain de la crise sanitaire pourra prendre deux chemins différents : celui d'une mise entre parenthèses, voire d'une aggravation des atteintes à l'environnement du fait de plans de relance aveugles, ou celui d'une accélération de la transition écologique à la lumière des dernières données scientifiques dont nous disposons. La France et l'Union européenne, ainsi que de nombreux autres États partout dans le monde, mais aussi des acteurs économiques et non étatiques, veulent prendre ce second chemin. Les mois qui viennent, jalonnés de nombreux rendez-vous, seront cruciaux pour ne pas seulement se contenter de nouveaux engagements, mais aussi et surtout, passer à l'action.

Un contexte bouleversé par la Covid-19

L'année 2019 aura été l'année de l'alerte sur l'état de la biodiversité mondiale.

L'année 2020, alors qu'elle devait être l'année de l'action et des décisions, aura été bouleversée par la crise sanitaire de la Covid-19.

Dans un tel contexte, que restera-t-il des attentions portées aux questions environnementales, et aux grands rendez-vous internationaux en particulier ? Deux chemins sont possibles.

Le premier est celui d'une remise au second rang de toutes les questions environnementales au motif que nous aurions « d'autres priorités ». Ce qui était encore à l'agenda sera alors traité *a minima*, voire renvoyé à plus tard avec des plans de relance qui seront conçus sans tenir compte de l'écologie. On peut même craindre des atteintes accélérées à la biodiversité et au climat, sacrifiés sur l'autel d'une reprise économique rapide.

Le second chemin est celui, tout au contraire, d'une prise en considération encore plus forte de la biodiversité et de l'environnement en général. En effet, même s'il est trop tôt pour affirmer qu'un consensus scientifique s'est fait avec certitude, nos récents travaux, conduits sous l'égide de la Fondation pour la recherche sur la biodiversité (rapport remis aux pouvoirs publics le 15 mai dernier), invitent clairement les pouvoirs publics à considérer le lien entre

les atteintes croissantes faites à la biodiversité et l'augmentation du nombre des nouvelles maladies infectieuses d'origine environnementale (les zoonoses, notamment). Face à cette réalité, il apparaît des plus souhaitables que les États prennent appui sur la science, qu'ils prennent le temps de l'analyse des causes réelles de cette pandémie, en tirent les leçons, et prennent des mesures pour réduire les risques d'une nouvelle pandémie d'origine zoonotique.

Si ce second chemin est pris, et souhaitons qu'il le soit, alors les grands rendez-vous de la biodiversité reportés en 2021 auront un tout autre relief. Quant aux plans de relance, ils pourront, si nous le décidons, être non seulement un puissant outil de redémarrage de l'économie, mais aussi LE tournant tant attendu dans le changement écologique des modèles économiques.

Mais bien évidemment, ce choix ne se fera pas aisément. Il sera l'objet d'un intense travail d'influence de la part des partisans de chaque option. Et gageons qu'*in fine*, les directions prises pourront être contrastées d'un continent à l'autre, d'un pays à l'autre.

L'Union européenne et la France ont déjà clairement indiqué qu'elles souhaitaient résolument ne pas oublier les enjeux environnementaux dans les mois qui viennent, notamment dans les plans de relance qu'elles mettront en place.

Au plan mondial, le lien « environnement/santé » devra être présent aussi fortement que possible dans un maximum d'enceintes multilatérales. En premier lieu, évidem-



Exposition intitulée « 2027 : mémoires d'un dos argenté » du photographe Gilles Martin, au haras de Montier en Der.

« C'est à l'échelle de nos vies que nous devons agir, car les courbes et les chiffres annoncent à l'horizon 2050 la quasi-disparition à l'état sauvage de la plupart des grandes espèces les plus symboliques (éléphants, grands singes, girafes, rhinocéros). »

ment, dans les moments qui seront consacrés aux enjeux environnementaux.

La dégradation de l'environnement s'est accélérée

La crise du Covid survient à un moment où il n'est pas inutile de rappeler que tous les signaux sont au rouge sur le terrain environnemental. Le fait que l'origine du Covid soit très probablement liée au contact entre une chauve-souris et un homme, directement ou *via* l'intermédiaire d'un autre animal comme le pangolin, a marqué nos esprits dans son caractère symbolique. Le pangolin est en effet une illustration souvent utilisée de la dégradation massive de la biodiversité par l'homme. La science nous invite à agir. La force symbolique également.

Ce qui est frappant dans les analyses scientifiques que l'on peut d'ores et déjà lire sur la Covid et son lien avec les atteintes à la biodiversité, c'est que les zoonoses sont en augmentation depuis une quarantaine d'années. Au cours de ces mêmes quarante années, à savoir depuis les années 1980, la biomasse des espèces sauvages (mammifères, oiseaux, reptiles) a diminué de près de 60 %. C'est sur cette période que se concentrent les années les plus chaudes en moyenne depuis plus d'un siècle et que la pollution des océans par les plastiques a été multipliée par 10.

La génération que nous sommes aura été la plus destructrice de l'environnement. Les choses se sont accélérées à une vitesse vertigineuse sur un temps qui est celui de nos vies, la mienne – moi qui écris ces lignes –, la vôtre – vous qui les lisez. C'est aussi à l'échelle de nos vies que nous devons agir, car les courbes et les chiffres annoncent des situations bien pires dans les décennies qui viennent : 2050 pour la quasi-disparition à l'état sauvage de la plupart des grandes espèces les plus symboliques (éléphants, grands singes, girafes, rhinocéros), crise alimentaire massive du fait d'un tarissement grave des ressources en poisson, disparition de la moitié des forêts tropicales...

Mais il est encore temps d'agir

Les scientifiques du climat comme ceux de la biodiversité nous encouragent et estiment qu'il est encore temps d'agir même si les décisions à prendre sont lourdes d'impact. Les années 2021 et 2022 sont possiblement des tournants.

Une mobilisation planétaire est indispensable pour enrayer cette chute.

Chronologiquement, on peut citer au moins six rendez-vous cruciaux : l'Assemblée générale des Nations Unies de septembre 2020 et le sommet de la Nature qui doit se dérouler en marge du soixante-quinzième anniver-

saire de l'ONU ; le Congrès mondial de l'UICN en janvier 2021 ; l'Assemblée générale des Nations Unies pour l'environnement en février 2021 ; et plus tard dans l'année 2021, les réunions des deux Conventions phares de la biodiversité, à Kunming en Chine, et du climat, à Glasgow ; et le Sommet de la Terre de 2022 à Stockholm, célébrant les anniversaires des premiers Sommets de Terre, celui de Stockholm, il y a cinquante ans, et après celui de Rio, il y a trente ans.

La France, dont la diplomatie s'inscrit dans celle de l'Union européenne, a un *leadership* reconnu sur ce terrain environnemental international. Mais la cartographie de la diplomatie environnementale est contrastée. Les rapports de force sont difficiles. Beaucoup de pays considèrent encore la transition écologique comme un frein à leur développement économique.

Réussir la COP15 Biodiversité

La France a réussi la COP21. Nous voulons donc travailler avec la Chine pour que la COP15 sur la biodiversité soit également une réussite.

Avant d'évoquer le contenu des négociations, il est essentiel de rappeler les trois autres acteurs majeurs de la réussite de toute mobilisation environnementale internationale (ce point étant également vrai au niveau national).

Le premier acteur indispensable, le lanceur, l'initiateur de la mobilisation, c'est la science. Nous avons, dans ce champ qu'est l'environnement, un besoin permanent d'expertise et donc de recherche. Encore récemment, sur le lien probable entre la pandémie et l'environnement, nos experts nous ont éclairés et continueront de le faire dans les mois qui viennent. Sans expertise, point de décision éclairée.

Second acteur essentiel : l'opinion publique. Dans sa diversité, elle est la base des orientations que les décideurs prennent. L'opinion publique, ce sont des citoyens représentés par leurs décideurs politiques. L'opinion publique, ce sont aussi des consommateurs qui influencent le monde économique. Elles sont de plus en plus mobilisées, notamment les jeunes générations, pour exiger des dirigeants, mais aussi du monde économique, qu'ils trouvent les solutions et fassent preuve d'ambition.

Troisièmes acteurs : les acteurs non étatiques que sont les entreprises, les collectivités locales et les ONG. On dit souvent que les États ne peuvent pas tout. Ils peuvent beaucoup et les décisions puissantes prises pour juguler la crise sanitaire, et celles qui seront prises demain pour relancer notre économie, en sont la preuve. Mais la mise en œuvre d'un engagement pour la biodiversité, sans le concours des entreprises, notamment celles qui sont concernées par les causes de dégradation de la biodiversité, ne sera que très partielle.

La réussite de la COP21 a ainsi reposé sur 10 000 engagements non étatiques. Pour la biodiversité, beaucoup d'entreprises commencent à avancer concrètement. La COP15 et les autres rendez-vous de la biodiversité des prochains mois devront déployer des solutions qui dé-

crivent ce que chaque filière peut faire concrètement. C'est un véritable travail de « mode d'emploi » qu'il nous faudra faire. L'initiative française des One Planet Summit, dont le prochain est programmé le 11 janvier 2021, à Marseille pendant le congrès de l'UICN, veut répondre à ce besoin d'émulation multi-acteurs. Les États, les ONG, les entreprises et les collectivités locales les plus engagées porteront des réalisations concrètes pour lutter contre la disparition des habitats naturels, le braconnage ou la pollution.

Revenons au cœur de la COP15 Biodiversité. Les négociations entre États ont démarré depuis déjà quelques mois.

En premier lieu, rappelons qu'il faut être simple dans les objectifs. Les 20 objectifs d'Aichi, certes très justes, n'étaient pas prioritaires. Il manquait un objectif chapeau à l'instar des 2 degrés pour le climat. D'ores et déjà, des propositions existent sur les écosystèmes (zéro perte nette d'ici à 2050) ou sur les espèces (réduction du pourcentage d'espèces menacées et augmentation de leur abondance d'ici à 2030).

D'autres propositions ont été mises sur la table des négociations et nous disposons d'un premier texte. Il est perfectible, mais notons d'ores et déjà qu'il pose toutes les briques des points à traiter : en déclinaison opérationnelle de l'objectif chapeau, la détermination de cibles d'action sera le cœur de nos débats. Citons-en deux parmi tant d'autres auxquelles la France tient : d'ici à 2030, la réduction de 50 % des pollutions causées par les engrais, les pesticides ou les déchets de plastique ; et la protection de la biodiversité au moyen d'aires protégées couvrant au moins 30 % des zones terrestres et marines avec au moins 10 % sous forte protection.

Arrêtons-nous sur ces deux cibles.

• Réduire les pollutions

Il s'agit de l'une des cinq causes majeures de dégradation de la biodiversité identifiées par l'IPBES. Pour rappel, ces cinq causes sont par ordre décroissant : les changements d'usage des terres et de la mer (expansions agricole et urbaine, infrastructures routières et énergétiques) ; l'exploitation directe des animaux et des plantes (exploitation forestière, chasse, pêche) ; le changement climatique ; la pollution (plastiques, chimiques, extractions minières...) ; et les espèces exotiques envahissantes.

Le texte que nous négocions au niveau international sera un « cadre ». Même si nous adoptons un tel objectif, qui serait en soi une ambition très forte, il ne pourrait que nous renvoyer à la légitime question de notre capacité à l'atteindre. Il renvoie à la fois au bilan de la réalisation des précédents objectifs d'Aichi : l'objectif 8 demandait que d'ici à 2020, la pollution, notamment celle causée par l'excès d'éléments nutritifs, soit ramenée à un niveau qui n'ait pas d'effet néfaste sur les fonctions des écosystèmes et la diversité biologique. Peut être également mentionné celui que la France s'était fixé dès 2007 (Grenelle de l'Environnement) de réduire de moitié l'usage des pesticides à l'horizon 2018.



Vaste plaine cultivable gagnée aux dépens de la forêt primaire à Querencia, au Brésil.

« Les changements d'usage des terres et de la mer constituent la première cause majeure de dégradation de la biodiversité. »

Ce que tout le monde attend aujourd'hui, plus que de nouveaux objectifs – aussi ambitieux soient-ils –, c'est une concrétisation réelle de ceux déjà fixés. De ce point de vue, il faudra espérer, en application de ce nouveau cadre, des législations nationales, et une singulière mobilisation internationale pour renforcer les capacités des pays en voie de développement et accroître les ressources financières dédiées au développement d'alternatives, des pratiques nouvelles et des actions de dépollution.

• Protéger 30 % de la planète

L'action décrite par la cible précédente sur les pollutions, à l'instar des autres grandes causes de dégradation de la biodiversité telles que l'expansion agricole, la déforestation, l'urbanisme, ou encore le changement climatique ou la surpêche, sont des mesures qui sont lourdes d'impact. Elles prendront du temps dans leur mise en œuvre. L'espoir des négociateurs est de lancer un mouvement dont les effets pourraient se voir au plus tôt en 2030.

Mais il est une cible qui mérite de bénéficier d'un engagement rapide, c'est celui de la conservation d'espaces naturels riches en biodiversité. En effet, au regard du rythme des dégradations dont on sait qu'elles ont pour cause une activité humaine qui affecte tous les espaces naturels, il faut raisonner en « mesures conservatoires immédiates ». Cette logique veut qu'en attendant les changements profonds qui pourraient avoir un impact global sur l'ensemble

de la planète, nous devons permettre à la biodiversité de disposer de « zones refuges ». C'est cette ambition qui guide les négociateurs dans l'idée de parvenir à une conservation d'au moins 30 % de la planète, tant sur terre que dans les mers. Convaincus de cette urgence, tout comme de la nécessité que la COP15 sur la biodiversité affiche une ambition forte sur le plan de la conservation de la nature, la France et le Costa Rica, rejoints par le Gabon et plus d'une vingtaine d'autres États, ont lancé une coalition dite de la « Haute ambition » afin de convaincre les autres États d'adopter cet objectif visant à la protection de 30 % de la planète. Nous aurons à débattre du degré de protection que nous imaginons pour ces écosystèmes. Nous devons nous mettre d'accord sur les zones prioritaires. À la différence des terres (exception faite de l'Antarctique) qui sont toutes sous souverainetés nationales, près des 2/3 des océans sont des eaux internationales. Ainsi, si l'effort de protection sur terre dépendra exclusivement de décisions nationales, en mer, nous aurons à concrétiser, à étendre ou à créer des aires protégées internationales.

L'enjeu est celui de la conservation de la nature. Il aura des effets économiques positifs. En ce qui concerne la mer, par exemple, des spécialistes expliquent qu'en protégeant un tiers d'une zone maritime, la biodiversité s'y développe d'une manière si importante, qu'en l'espace de quelques années seulement (moins de 10 ans), elle permet la re-

constitution du stock de poissons pour les pêcheries dans tout le reste de la zone considérée.

Si créer ou étendre des aires protégées peut paraître un objectif atteignable, d'un point de vue financier, pour des pays développés, il demeurera virtuel pour des pays en voie de développement si nous ne leur apportons pas les ressources financières nécessaires. Des évaluations existent, elles sont de l'ordre de plusieurs dizaines de milliards de dollars par an. L'aide au développement des pays riches pourra y contribuer. La finance pour le climat peut elle aussi être mobilisée. La protection de la nature peut contribuer jusqu'à hauteur de 30 % à l'atténuation des effets du changement climatique. Ce que l'on appelle « les

solutions fondées sur la nature » apparaissent dès lors comme se situant à la croisée des chemins entre actions en faveur de la biodiversité et celles en faveur du climat à faire ; il faudra veiller à les faire monter en puissance de manière très importante dans les années à venir.

Dans ce nouveau contexte post pandémie, il existe une opportunité réelle de répondre plus rapidement et plus profondément à la crise environnementale. Chacun des rendez-vous qui sont devant nous seront des moments pour répéter ces messages, cranter des avancées, et surtout, pour être résolument dans l'action. Les objectifs et les solutions, nous les connaissons. La question maintenant, c'est le passage à l'acte.

L'Office français de la biodiversité au cœur de l'action publique en faveur de la biodiversité

Par Pierre DUBREUIL
Office français de la biodiversité

Objet hybride par sa gouvernance, son double ancrage national et territorial, et la multiplicité de ses missions, l'Office français de la biodiversité (OFB) est aussi un objet singulier dans le contexte international où l'on trouve peu d'établissements équivalents. Il sera au rendez-vous pour accompagner la définition d'un cadre ambitieux pour la décennie post-2020 que nous souhaitons tous voir émerger face à l'urgence de la crise de la biodiversité.

La création de l'Office français de la biodiversité (OFB) n'est que le dernier maillon d'une longue histoire, commencée avec la création du Jardin royal des Herbes médicinales en 1635, auquel la Convention nationale adjoindra le Cabinet d'Histoire naturelle pour former en 1793 le Muséum d'Histoire naturelle. Longtemps après, la France se dotera d'institutions pour encadrer la pratique de la chasse et de la pêche (1941), pour gérer les parcs nationaux (1960, 2006), les parcs naturels régionaux (1967) et les parcs naturels marins (2006). Des organismes spécialisés seront chargés de la gestion de la forêt publique (1964), de la protection des milieux aquatiques (1964, 2006) et des sites sensibles du littoral (1975). Une structure sera même mise en place en 1997 pour apporter un appui aux innombrables acteurs, publics et privés, opérant sur les espaces naturels.

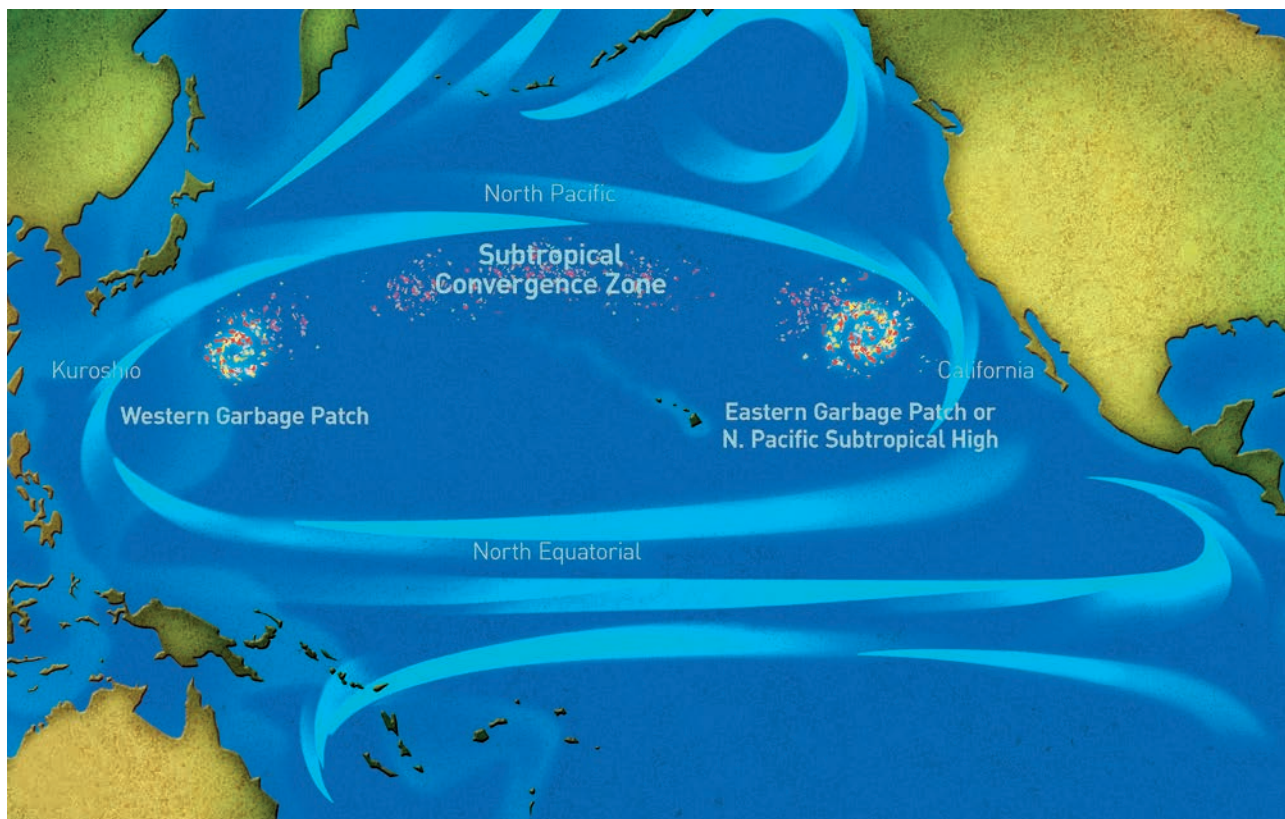
L'OFB est le fruit de cette histoire, où se superposent différentes approches de la nature et de l'action publique. Mais ce qui le distingue des institutions qui l'ont précédé, c'est à la fois un concept et une urgence. Le concept, c'est la *biodiversité*, ce tissu vivant de la planète qui nous abrite, sans distinction de milieux ni de groupes d'espèces. L'urgence, c'est de la préserver pour notre propre survie face à une mise sous tension sans précédent de notre environnement par les activités humaines, qui affecte autant le climat que la biodiversité. Une première étape, avec la même ambition, conduisit à créer l'AFB – Agence française pour la biodiversité (2017-2019), qui regroupée avec l'Office national de la chasse et de la faune sauvage, a donné naissance à l'OFB – Office français de la biodiversité, le 1^{er} janvier 2020. Face à cette urgence, l'OFB ne doit pas seulement mettre en œuvre les politiques de l'État, ce qu'il fait, fort de ses 2 800 agents, il doit aussi imaginer comment faire autrement en mobilisant tous les moyens possibles.

L'irruption de la biodiversité dans le champ des politiques

publiques remonte au Sommet de la Terre de Rio de Janeiro (1992), événement fondateur, par l'adoption de trois conventions des Nations Unies, formant aujourd'hui le cadre international des politiques publiques traitant de la « diversité biologique », des « changements climatiques » et de la « désertification ». L'approche que porte la Convention sur la diversité biologique reste d'actualité, car les « objectifs d'Aichi » de son plan stratégique 2011-2020, adopté lors de la 10^{ème} Conférence des parties à Nagoya, ne seront pas atteints. Depuis 2013, c'est l'IPBES, plateforme intergouvernementale dont la création a été approuvée lors de cette conférence, qui assure un rôle d'interface entre l'expertise scientifique et les gouvernements sur la biodiversité et les services écosystémiques, de façon analogue au rôle du GIEC en matière de climat.

Pendant longtemps, le cadre des politiques de la nature est resté centré sur la protection des espèces et des habitats, plus que sur la biodiversité. Ainsi, les directives Oiseaux (1979) et Habitats Faune Flore (1992) visent la création de zones de protection spéciale (ZPS) ou de zones spéciales de conservation (ZSC), bases du réseau Natura 2000, afin d'atteindre des « objectifs de conservation » d'espèces et d'habitats dits « d'intérêt communautaire ». L'OFB gère lui-même, ou cogère, plus de la moitié des 220 sites Natura 2000 en mer, il apporte son expertise scientifique et son appui technique à tous les gestionnaires de sites et prépare les rapports que la France transmet aux autorités européennes pour l'application de ces directives.

Une autre voie fut de réserver des espaces de nature en tant qu'aires protégées, par le recours à des outils réglementaires ou fonciers, à l'image des réserves naturelles et des cœurs de parc national. Peu à peu, cette voie intégra des objectifs de développement durable pour concilier les usages avec la protection des milieux naturels. Déjà présents dans les parcs naturels régionaux (1967), ces objec-



Zones de concentration des déchets dans l'océan Pacifique.

« Tous les milieux n'ont pas reçu initialement la même attention. On n'observe ainsi, du point de vue des politiques de la nature, une "redécouverte de la mer" qu'à la fin des années 2000. »

tifs ont été introduits avec la loi de 2006 dans une partie du territoire des parcs nationaux et dans les parcs naturels marins.

La prise en compte des activités humaines est en effet une des caractéristiques du concept de biodiversité, dans la mesure où l'homme fait partie du tissu vivant de la planète : comme les autres espèces animales et végétales, en interagissant avec elles et avec les éléments abiotiques de l'environnement (dont l'énergie), l'homme bénéficie d'un cadre de vie, il « produit de la nature » et façonne ses paysages. Les activités les plus porteuses de ces interactions, comme l'agriculture, la gestion forestière, la pêche et la chasse, mais aussi les industries extractives, le tourisme, la production d'énergies renouvelables, sont toutes à prendre en considération ; les politiques sectorielles qui portent sur ces activités sont donc des leviers d'action pour limiter les pressions et mettre en place des actions favorables à la biodiversité. Les parcs naturels marins, les réserves naturelles et les réserves de chasse et de faune sauvage, que gère l'OFB, ainsi que les parcs nationaux, « établissements rattachés » à l'OFB, sont autant de territoires d'expérimentation et d'innovation pour une conciliation des activités humaines avec la protection des milieux naturels qui devrait être étendue hors de ces aires protégées.

Tous les milieux n'ont pas reçu initialement la même attention. On n'observe ainsi, du point de vue des politiques de

la nature, une « redécouverte de la mer » qu'à la fin des années 2000, avec une forte ambition en matière d'aires marines protégées allant de pair avec les initiatives européennes (DCSMM et extension de Natura 2000 en mer), et à nouveau, depuis 2017, dans le cadre des négociations onusiennes sur la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité marine des zones ne relevant pas de la juridiction nationale, auxquelles participe l'OFB en appui aux autorités françaises.

C'est par le biais de deux directives, relatives aux milieux aquatiques (DCE, 2000) et aux milieux marins (DCSMM, 2008), qu'ont été introduites la notion d'« état écologique » et un objectif d'atteinte ou de conservation du « bon état ». L'OFB poursuit son action en apportant un appui technique aux organisations de bassin et de façade chargées de leur mise en œuvre. Radicalement différente, cette approche se veut globale, visant un bon fonctionnement des écosystèmes proche d'une situation non perturbée par les activités humaines ; elle s'applique à l'ensemble des eaux de surface, des eaux souterraines et des eaux marines, sans privilégier celles qui seraient d'un intérêt écologique remarquable ; enfin, elle enchaîne des cycles de progrès, scandés par des évaluations des activités économiques, de l'état des milieux et des pressions, qui permettent de construire des programmes de mesures et de justifier des dérogations à l'atteinte des objectifs. Il n'y a, à ce jour, aucun équivalent pour les écosystèmes terrestres.

Pourtant, depuis le *Millenium Assessment* (2005) et les rapports de l'IPBES, la prise en considération des écosystèmes et des services écosystémiques est devenue centrale dans la compréhension de la biodiversité. Une première étape est apparue dans la constitution d'un réseau écologique, dénommé « trame verte et bleue », issu du Grenelle de l'Environnement et intégré dans les outils de planification (SRADDET, SCoT et PLU). Un centre de ressources partenarial dédié, géré par l'OFB, apporte depuis 2011 un appui technique aux acteurs des territoires pour la constitution de cette trame.

Les politiques publiques disposent donc d'une palette d'instruments mis en œuvre par l'État et ses établissements publics, et de façon croissante, par les collectivités ; en particulier, les régions exercent désormais un rôle de chef de file en matière de biodiversité et mettent en place, en partenariat avec l'OFB, des agences régionales de la biodiversité. On retrouve des instruments relevant des fonctions régaliennes comme les procédures d'autorisation, le contrôle du respect des décisions administratives et la recherche et la constatation des infractions. L'OFB y participe, en apportant son expertise à l'autorité administrative et en exerçant des pouvoirs de police, au travers de ses 1 800 inspecteurs de l'environnement spécialisés « eau et nature » répartis sur tout le territoire, lesquels assurent, par exemple, le contrôle des débits réservés ou la lutte contre le trafic d'espèces sauvages menacées ou l'introduction d'espèces exotiques envahissantes. D'autres organismes disposent, quant à eux, de l'instrument fiscal, comme les agences de l'eau qui perçoivent des redevances dues par les usagers de l'eau et des milieux aquatiques, ou bien encore les départements qui perçoivent une taxe d'aménagement dont le produit bénéficie aux espaces naturels sensibles. Il existe bien d'autres types d'instruments employés depuis des décennies, qu'il s'agisse de planification (SDAGE, SRADDET...), de protection (arrêté de biotope, réserves...), d'acquisition de connaissances (inventaire du patrimoine naturel, programmes de surveillance...), de contractualisation (Natura 2000, parcs naturels régionaux...) ; l'OFB contribue souvent à leur mise en œuvre par son appui technique, notamment par sa coordination de systèmes d'information qui gèrent et mettent à disposition des données.

L'action publique en faveur de la biodiversité doit donc recourir à ces différents instruments en choisissant leurs combinaisons les plus efficaces. Pour donner une cohérence et une lisibilité à ces choix, les gouvernements adoptent des « stratégies ». C'est ainsi, qu'en application de la Convention sur la diversité biologique, la France adopta en 2004 sa première Stratégie nationale pour la biodiversité. Celle-ci a été complétée par une dizaine de plans d'action sectoriels portés par l'État (agriculture, infrastructures de transport, urbanisme, mer, patrimoine naturel, forêt, Outre-Mer...). L'objectif était alors de « stopper la perte de la biodiversité », comme s'y engagèrent tous les pays de l'Union européenne, et cela en moins de six ans !

Cette Stratégie et ses plans sectoriels n'ayant pas suffi à enrayer la perte de biodiversité, une deuxième Stratégie

a été élaborée pour la période 2011-2020, *par et pour les acteurs*. Celle-ci a été dotée d'un dispositif d'engagement volontaire et de reconnaissance, ce qui n'avait pas été le cas pour la précédente. Les acteurs, publics ou privés, furent alors invités à « adhérer » à la Stratégie, chaque adhérent pouvant ensuite « s'engager », en adoptant un programme d'actions, proportionné à sa capacité et allant, dans une démarche d'amélioration progressive, au-delà du respect des obligations réglementaires. Cet engagement pouvait alors faire l'objet d'une « reconnaissance SNB », après évaluation du plan d'actions. En 2015, après 430 adhésions et seulement 74 programmes d'actions reconnus, le CGEDD considéra que « ce dispositif de mobilisation des acteurs [s'était essoufflé] avant même d'avoir réellement pris son envol ». Une évaluation plus récente, menée par l'AFB, montre que l'objectif de réduction des pressions sur la biodiversité est celui le moins atteint, la situation s'étant même en partie détériorée. Les politiques visant les secteurs d'activité source de ces pressions n'ont guère été infléchies, seuls quelques acteurs sectoriels se sont impliqués (entreprises gestionnaires de l'espace...). De leur côté, les grandes entreprises industrielles (chimie, agroalimentaire, automobile...) ou de services (banques, assurances...) ne se sont pas engagées. Insuffisamment décentralisé, ce dispositif d'engagement n'est pas adapté aux besoins locaux, pas plus à ceux des petites entreprises qu'à ceux des entreprises d'envergure internationale.

S'ensuivirent la loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages (2016) qui crée l'AFB en 2017, le plan Biodiversité (2018) et une nouvelle initiative du ministère de la Transition écologique et solidaire, portée aujourd'hui par l'OFB : « Engagés pour la nature », avec trois volets dédiés respectivement à la mobilisation des collectivités (« Territoires engagés pour la nature ») – avec décentralisation au niveau des régions –, des acteurs économiques (« Entreprises engagées pour la nature ») et des associations (« Partenaires engagés pour la nature »).

Il s'agissait désormais de trouver d'autres moyens d'agir pour répondre à une urgence désormais reconnue. En effet, l'IPBES fait état d'une trajectoire qui se traduit par le déclin, à une vitesse inédite depuis les débuts de l'anthropocène, de la diversité des écosystèmes, des espèces et au sein des espèces, ainsi que des contributions vitales de la nature aux populations. Les causes de ce déclin et les changements nécessaires pour dévier de cette trajectoire sont l'objet d'un certain consensus à l'échelle internationale. Nous connaissons les facteurs directs du déclin : les modifications dans l'utilisation des terres et des mers, la surexploitation des ressources naturelles, les changements climatiques, la pollution et l'introduction d'espèces exotiques envahissantes. Nous savons que sont nécessaires des changements en profondeur dans nos modes de production et de consommation, d'utilisation de la biodiversité et de partage des avantages que nous en retirons.

Les politiques de la biodiversité, comme celles du climat, en France comme dans les autres pays, ne seraient pas ce qu'elles sont aujourd'hui sans l'impulsion donnée par

les associations de protection de l'environnement et les chercheurs. Il nous faut reconnaître que l'expression de l'intérêt général n'est plus l'apanage de l'État, laquelle s'ouvre progressivement à la société, au travers des démarches inclusives et participatives. L'État doit agir, mais les leviers pour changer de trajectoire appartiennent aussi aux collectivités, aux acteurs économiques, à la société civile et aux individus. C'est pourquoi l'OFB a été doté d'une gouvernance atypique associant les représentants de ces différents acteurs au sein de son conseil d'administration et dans un comité d'orientation, sous le regard de quatre instances nationales de concertation : le Comité national de l'eau, le Comité national de la biodiversité, le Conseil national de la mer et des littoraux et le Conseil national de la chasse et de la faune sauvage.

L'OFB n'est donc pas seulement un nouvel opérateur de l'État, c'est également un *avant-poste de l'État dans la société*. Il lui reviendra à la fois d'appuyer l'action publique en faveur de la biodiversité, notamment du côté des politiques sectorielles, et de participer à sa mise en œuvre, avec des pouvoirs de police renforcés, mais aussi d'accompagner les changements dans la société sans lesquels la transition écologique resterait inopérante. Il n'est pas seul à agir pour cette transition. D'abord, parce qu'il agit en synergie avec d'autres acteurs partenaires, sans se substituer à eux. Et surtout, être un avant-poste le confronte à d'autres visions de la nature et l'oblige à avancer avec les autres, surtout quand leurs convictions ne semblent pas être aussi solides que les siennes. Quand certains cherchent à protéger la nature, dans une perspective de long terme, d'autres cherchent, souvent à court terme, à se protéger de ses dangers : inondations, sécheresses, ravageurs, maladies, espèces exotiques envahissantes... Or, concilier les activités humaines et la préservation de la biodiversité, c'est aussi accepter ces différentes visions de la nature et rechercher collectivement des *solutions fondées sur la nature*, profitables à tous, qui produisent des effets à court terme sans compromettre notre futur.

En tant qu'opérateur de l'État, l'OFB apporte son appui aux administrations centrales, aux préfets, aux procureurs, aux services déconcentrés et aux autres opérateurs de l'État. Il travaille aussi avec les collectivités, qui exercent des responsabilités ayant une influence sur la vie quotidienne de chacun de nous, en matière d'aménagement du territoire, de transport, d'urbanisme, de services publics locaux et de protection de la biodiversité. Avant-poste de l'État dans la société, l'OFB dialogue avec ses acteurs pour apprendre de leur expérience, les sensibiliser, les accompagner et valoriser leurs efforts. Il entretient ce dialogue avec les acteurs économiques : ceux-ci ont leurs propres objectifs de production et sont soumis à des contraintes issues d'une économie mondialisée, mais leur activité ne peut être soutenable que s'ils préservent le capital naturel dont ils bénéficient. L'OFB est présent auprès des usagers : ayant souvent un rapport privilégié avec la nature, les usagers peuvent relayer les messages de protection de la biodiversité, mais ils doivent aussi être accompagnés dans l'évolution de leurs pratiques, souvent impactantes. Enfin, doté d'un *comité d'orientation citoyen*, il cherche à mobiliser les citoyens, menant en particulier avec eux des expérimentations en régions : leurs gestes, en tant que consommateurs, propriétaires et acteurs de la démocratie, et leurs démarches participatives conditionnent le succès dans les changements de trajectoire attendus.

Pour donner l'impulsion nécessaire, l'OFB a des atouts. Ses compétences techniques, scientifiques et juridiques sont largement reconnues. Il est riche des cultures diverses issues des établissements qui l'ont précédé. Son maillage local lui permet d'appréhender le territoire national, d'agir à travers ses missions de connaissance, de police et de gestion des aires protégées et de porter son expertise auprès des acteurs. Enfin, ses moyens financiers, majoritairement issus des redevances perçues sur les usagers de l'eau, lui permettent de soutenir l'innovation et d'amplifier les actions portées par des tiers.

Nature works for us: it is our business to protect it

Par Sylvain VANSTON
AXA Group CSR

Biodiversity loss endangers ecosystemic services, which threatens both society and businesses that depend on them, and in turn investors and insurers that rely on a well-functioning economy. We view the biodiversity challenge as a natural extension of our climate efforts. Indeed, climate change is severely compounding the destruction of ecosystems all around the world, adding pressures related to drought, ocean acidification, more intense natural catastrophes, etc. This is why in 2018 we publicly decided to investigate how biodiversity loss is impacting society and how we can act both as an insurer and an investor. We have made progress since then. We encourage public-private collaboration as well as a strong “Kunming Agreement” in 2021 to “mainstream” biodiversity action.

One may wonder why a large insurance company, which is also a large institutional investor, is involved in biodiversity loss and nature protection. AXA does not produce plastic waste, pollute soil, or significantly deplete natural resources. Our direct environmental footprint is rather light. Nonetheless we have committed to act on biodiversity loss in 2018 and have made progress since. Before we develop these initiatives, it is important to explain current concerns with biodiversity loss, and its potential connections to AXA's business.

The biodiversity crisis

When we talk about biodiversity these days, unfortunately it is because it is being undermined. There is an alarming decline in species number: according to the WWF Living Planet Index, biodiversity has decreased by 60% in four decades. Renowned scientists even speak of the sixth extinction event, the last one being the period when the dinosaurs disappeared.

According to the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES), the drivers of biodiversity loss are climate change, invasive species, overexploitation of natural resources (intensive agriculture, overfishing), soil pollution and urbanization.

Species are disappearing at a fast rate, endangering these services and threatening human integrity. Whilst this situation has not yet attracted as much political and media attention as the equally challenging concerns related to climate change, more and more analyses are starting to highlight the rate of species decline and its inherent threat to human welfare.

So what's the connection to AXA's business?

Nature produces elements essential to human activity and to our very survival, from food and shelter to medicines' active ingredients. Moreover, diverse ecosystems are key to tackling climate change, as flourishing forests and well-preserved oceans absorb carbon emissions. Conversely, climate change accelerates biodiversity loss, creating a vicious circle. Our dependence on diverse ecosystems to thrive, if not survive, is therefore not to be doubted. The implicit contributions of each species in our economies are also far-reaching: their roles can be seen as “services” provided free of charge by nature – **nature truly “works” for us**. For example, artificial pollination would cost an estimated 153 billion euros per year, generating labour and technological costs far exceeding any economic viability.

The potential loss of key ecological services endangers not only populations but also certain businesses that depend on them and can therefore become a concern for investors. Investors' ability to understand and map these potential risks would enable them to identify opportunities and in doing so, help support solutions rather than environmentally unsustainable business practices. In short, **biodiversity loss endangers ecosystemic services, which threatens both society and businesses that depend on them, and in turn investors and insurers that rely on a well-functioning economy**.

Finally, it appears that the destruction of natural habitats may have been the starting point of the Covid-19 crisis which will make it into history books. That alone should warrant our full attention.

A natural extension of our climate strategy

We view the biodiversity challenge as a natural extension of our climate efforts and the next frontier of sustainable finance. As a company which, over the past 5 years, took important decisions in the fight against climate change, we are convinced that the preservation of biodiversity requires an equally broad collective commitment from all stakeholders: from private sector actors, including financial institutions, to governments, NGOs and civil society.

What have done about it?

In 2018, we publicly decided to investigate how biodiversity loss is impacting society and how we can act both as an insurer and an investor.

We started by publicly committing to strong action by signing up to a French initiative in July 2018, called Act4Nature. This demanding initiative has recently evolved into Act4Nature International, with ramped up commitments.

In May 2019, during the G7 Ministerial meetings, AXA launched recommendations co-developed with the WWF, emphasizing how biodiversity loss may be tackled by investors through new forms of public-private collaborations. The report "Into the Wild – Integrating nature into investment strategies" is designed to raise awareness on biodiversity loss and its economic and financial impacts. It presents several recommendations, including the launch of a broad-based taskforce to promote the protection and restoration of biodiversity: the creation of a dedicated taskforce modelled against the climate-related TCFD (Taskforce on Climate-related Financial Disclosures), which we also helped launch in 2016.

If created, the main task of the Taskforce on Nature-related Financial Disclosures (TNFD) would be to construct a framework, from existing tools, methodologies and initiatives worldwide, enabling financial institutions to identify and analyze economic activities that have a direct and indirect material impact on biodiversity. By providing a reporting framework on nature impacts for financial institutions, the TNFD will hopefully help provide incentives for and a reduction of impacts on nature. As with the TCFD, the TNFD needs to be an industry-lead initiative, which national or regional policymakers may in due course choose to leverage.

Since last year, AXA and the WWF have engaged stakeholders on the TNFD proposal and multiple financial institutions and "real economy" corporations have shown some interest. In addition to AXA's implication, some of the contacted organizations have already agreed to be part of the task force. These include notably several insurers, corporates, asset managers, commercial banks, development banks and central banks. In addition to this interest from financial institutions and corporates, we support working on the elaboration of a mandate from Governments to publicly support and ask for the launch of a TNFD. As of today, five European Governments have

expressed an interest to make a public call for a TNFD, and there is further interest in Asia and Latin America as well.

It is our hope that the launch of the TNFD may become a reality by the January 2021 IUCN (International Union for the Conservation of Nature) congress, which was initially scheduled for June 2020 – but ironically pushed back because of a global pandemic possibly caused by the destruction of wild species habitats.

Another recommendation from our report was to develop biodiversity risk metrics adapted to investor needs. We have thus supported a collective public call for proposals to create or help generate the creation of a player capable of providing an indicator of the impact of our investments on natural capital. The four initiators of this call (AXA, BNP Paribas AM, Mirova and Sycomore AM) announced that they have gathered around 30 signatures from leading investors from around the world, representing over € 64 trillion in assets under management, to support a public statement launched last March calling for the creation of biodiversity impact metrics. This public statement was relayed by the UN PRI (Principles for Responsible Investment) platform, on which it was also met with strong support. Clearly, many investors are asking for the creation of sound biodiversity-related impact metrics to complement increasingly robust climate-related impact metrics.

AXA launched its third "Impact Investment" fund during the 2019 G7 meetings, with a strong focus on biodiversity protection. It invests to protect natural capital, promote resource efficiency and improve the resilience of vulnerable communities to the effects of climate change and biodiversity loss. The Fund was awarded the "Best Impact" initiative for ESG in the 2019 Sustainable Investment Awards. The Fund is making good on its promise to support credible and investable solutions that deliver positive environmental outcomes alongside market-rate financial returns. Examples include investments in sustainable agroforestry and cocoa production in Madagascar with strict biodiversity protection criteria, or supporting projects that address the effect that extreme weather due to climate change is having on the availability of water, critical habitats and biodiversity.

AXA, through its investments, owns over 250 forests, with half of these classified as protected areas. We have committed to establish a sustainable strategy for the management of our forest assets as well as to monitor and alert in case of destruction of insured areas. We will identify natural habitats and monitor their evolution, devote 3% of the exploitable area to natural development, limit clear-cutting to 4 hectares, and open some forests to nature protection organizations. We will leverage parametric insurance (such as AXA Climate's CYMO product) to reduce wildfire risk.

Marine stewardship is another area where progress can be done. As insurers of fishing activities, we perform a due diligence on the fishing practices to make sure they comply with minimum standards. AXA joined the world's first insurance industry statement on sustainable marine

insurance, banning so-called “illegal, unreported and unregulated (IUU) fishing”, and co-developed by the UN Principles for Sustainable Insurance and the NGO Oceana. Thanks to AXA XL’s work, we may soon be able to insure mangroves, which act as powerful natural protection for coastal areas in case of storms, but are currently unprotected by market-based mechanisms. AXA XL, our division dealing with specialty risks, proposes products which protect such ecosystems to allow for resilience of local communities affected. AXA XL also actively contributes to the Ocean Risk and Resilience Action Alliance (ORRAA), an alliance focused on developing risk management strategies using the experience and expertise of the insurance and broader finance community, to address ocean risk and build resilience in the regions and communities that need it most.

Finally, as of 2019, the AXA Research Fund has committed 250€ million to support science. It has funded over 650 research projects in 36 countries, including more than 220 projects in the area of climate and environment. The ARF actively supports academic research on biodiversity risks. The Fund also published a research paper, “Biodiversity at Risk”, which highlights the interdependencies between nature, climate change, the economy and security, to help raise public awareness and support enlightened decision making.

Finally, for us to refine and extend these initiatives together with renowned experts in this field, we have recently signed a 3 years partnership with the WWF to tackle biodiversity risks. The partnership is expected notably to include support on crafting the TNFD as well as biodiversity impact metrics.

A call to COP15 action

Insurers, in their capacity as risk carriers, can leverage their expertise to provide solutions. Insurance mechanisms are for example a relevant answer when there is a need to remediate polluted areas, via environmental liability covers. We also have a strong role to play by engaging with the investment community, not least in sectors and companies that are committed to “transition” towards more sustainable activities.

Having been among the first large institutional investors engaged in the fight against climate change, we know that the financial sector cannot drive sustainable change on its own. The voluntary initiatives we took over the last years, together with new commitments, can only go as far as a competitive market environment will allow us to go. Adequate incentives and guidance is needed for pioneering issues where the playing field is not level. Voluntary efforts disappear when the volunteer moves on or when this proactive mindset weakens. A structural approach is required to guarantee long-term efforts.

The adoption by governments of international science-based biodiversity targets in CBD COP15 (“Conference of the Parties” to the UN Convention on Biological Diversity, 2021, Kunming, China) is the surest way to provide this much needed clarity. General aspirations will not be sufficient to generate tangible outcomes. Only then, provided these targets are clear enough, may companies, financial institutions, and civil society organizations attempt to translate these nature conservation objectives into robust long-term business strategies.

We need a “science-based” Kunming Agreement in COP15 that carries the same transformative influence for governments and businesses worldwide that the Paris Agreement imprinted 5 years ago. In particular, CBD COP participants ought to develop a clear roadmap for investor action towards biodiversity protection, much in the spirit of the Paris Agreement’s article 2C which helped to reorient financial flows in line with climate neutrality. While all sectors and companies have a responsibility to evolve, finance is a key enabler provided it can operate with clear long-term incentives.

Next year, it is essential to achieve the adoption of a “Kunming Agreement” which will support investor action towards biodiversity protection, which will help regulators and policymakers catalyze these efforts, and which will meet the expectations of citizens today and future generations worldwide. A “Kunming Agreement” that will reverse biodiversity loss through resolute public-private collaboration to align business models with nature-based solutions.

Mobiliser et transformer l'industrie de la mode pour préserver la biodiversité

Par Marie-Claire DAVEU

Chief Sustainability Officer, Kering

Géraldine VALLEJO

Sustainability Programme Director, Kering

et Dr. Katrina OLE-MOIYOI

Sustainable Sourcing Specialist, Kering

Partout dans le monde, la nature décline à un rythme sans précédent dans l'histoire de l'humanité. Nous sommes sortis d'un « espace opérationnel sûr » au regard des limites planétaires établies par la science et, à moins que l'humanité ne prenne des mesures « transformatives », pas moins d'un million d'espèces sont menacées d'extinction dans les décennies à venir. L'industrie de la mode, avec des chaînes d'approvisionnement mondiales très complexes, doit jouer un rôle de premier plan dans la réponse à donner. Non seulement l'industrie dépend presque entièrement des biens et services fournis par la nature, mais elle est également responsable d'impacts relativement importants sur les écosystèmes naturels. Répondre à cette crise nécessite de comprendre la matérialité des impacts, de fixer des objectifs ambitieux, d'améliorer les pratiques d'approvisionnement et de révolutionner production des matières premières et modèles économiques dominants. La crise de la biodiversité est l'un des plus grands défis auxquels notre génération est confrontée. Elle nécessite un degré de collaboration sans précédent de l'industrie pour « inverser la courbe » de la perte de biodiversité, et ce de toute urgence.

Introduction

Jusqu'à récemment, le cachemire était un tissu relativement rare sur les marchés internationaux. Issu d'un petit nombre de pays d'Asie, il provient des chèvres cachemire, qui produisent un sous-poil doux et léger pendant les mois d'hiver. Lorsque le printemps arrive, les éleveurs peignent les chèvres pour récolter les poils perdus lors de la mue, ce qui représente un processus très laborieux. La fibre ainsi obtenue est ensuite filée, tissée et transformée en vêtements.

Au début des années 1990, l'industrie a connu une transformation massive. La Mongolie a changé de gouvernement et levé les quotas de l'ère communiste, qui limitaient jusqu'alors le nombre d'animaux. Le cheptel est passé de 20 millions à 61,5 millions en seulement trente ans⁽¹⁾. Avec une offre mondiale accrue et des prix plus bas, le cachemire a soudainement été propulsé sur le devant de la scène internationale, et les articles en cachemire sont devenus une offre de base de la « *fast fashion* ». La Mongolie est aujourd'hui un grand producteur international de cachemire (juste derrière la Chine).

Cependant, sur le terrain, c'est une véritable « tragédie des biens communs » qui se joue. En effet, plus de 70 % des prairies de Mongolie sont désormais dégradées en raison du surpâturage. Ce phénomène a des conséquences en cascade sur la faune et la flore, sont ainsi menacées au moins huit espèces endémiques majeures⁽²⁾.

Certains groupes militants réclament l'interdiction totale du cachemire, mais ce type de mesure aurait des impacts économiques dévastateurs : la Mongolie est un pays à revenu intermédiaire moyen bas, autour de 12 000 dollars (PPA)⁽³⁾. Le cachemire représente la troisième plus grosse exportation du pays, et plus de trente pour cent de la population en dépend⁽⁴⁾.

La question doit donc être posée autrement : comment travailler collectivement pour « sauver » une industrie en la ramenant dans les limites de l'écosystème ? Quel est le rôle des différents acteurs de la chaîne d'approvisionnement dans ce processus, à savoir les marques, les revendeurs, les fournisseurs, les exploitants et, bien sûr, les éleveurs et coopératives d'élevage ? Comment pou-

(1) McLAUGHLIN (2019).

(2) BERGER *et al.* (2013).

(3) Données de la Banque mondiale (2020).

(4) USAID (2005).



Récolte des poils d'une chèvre dans le désert de Gobi.

« Lorsque le printemps arrive, les éleveurs peignent les chèvres pour récolter les poils perdus lors de la mue, ce qui représente un processus très laborieux. La fibre ainsi obtenue est ensuite filée, tissée et transformée en vêtements. »

vons-nous collaborer avec d'autres acteurs, notamment le gouvernement, les organisations non gouvernementales, les scientifiques et les défenseurs de l'environnement ? Et, enfin, si l'on embrasse une vision plus large et que l'on considère les centaines de matières issues de la nature qu'utilise l'industrie de la mode, pouvons-nous repenser entièrement la manière dont nous interagissons avec les écosystèmes dont nous dépendons ?

La crise de la biodiversité, un défi majeur posé aux entreprises

En 2019, la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) a tiré la sonnette d'alarme sur l'ampleur de la perte de biodiversité à l'échelle mondiale. D'après son *Global Assessment Report*, rédigé par des centaines de scientifiques et d'experts du monde entier, les humains modifient l'environnement naturel à un rythme « sans précédent »⁽⁵⁾. Bien que les raisons de la crise de la biodiversité varient, la perte d'habitat est l'un des principaux facteurs : au cours du siècle dernier, les humains ont décimé les paysages naturels sous l'effet de l'agriculture, de l'exploitation forestière, de la pêche et de l'extraction minière⁽⁶⁾.

(5) IPBES (2019).

(6) IPBES (2019).

En 2020, dans son rapport *Global Risk Rising*, le Forum économique mondial a identifié cinq principaux risques pour l'économie mondiale. Pour la première fois de son histoire, les cinq risques étaient environnementaux (dont la perte de biodiversité). Ce résultat n'est pas si surprenant, puisque 44 000 milliards de dollars, soit la moitié du PIB mondial, dépendent modérément ou fortement de la nature⁽⁷⁾.

Pourtant, pour les entreprises – en particulier, celles situées au bout de longues chaînes d'approvisionnement agricoles mondiales –, il peut être extrêmement difficile de mener des actions en faveur de la biodiversité. Contrairement au carbone, qui peut être mesuré avec les mêmes unités de base quelle que soit la localisation géographique, la « biodiversité » est un concept bien plus complexe. Par définition, il englobe la variété de tous les êtres vivants qui la constituent, ainsi que la diversité génétique des espèces et des écosystèmes.

En outre, il y a souvent peu de visibilité directe sur ce qui se passe dans les fermes, les champs et les forêts. Cela est source de défis pour ces entreprises dans la quantification de leurs impacts, puis la fixation d'objectifs spécifiques mesurables dans le temps.

(7) Forum économique mondial (2020), rapport "The Nature Risk Rising".

Le rôle de l'industrie de la mode

L'industrie de la mode repose sur des chaînes d'approvisionnement mondiales interconnectées extrêmement complexes. Environ 60 millions de personnes travaillent dans le secteur, dont près de la moitié en amont de la chaîne ⁽⁸⁾. Prenons l'exemple d'un vêtement en coton, généralement cultivé dans un pays, le coton est expédié dans un autre pour le filage et la teinture, puis transporté dans un troisième pour les opérations de traitement, avant d'être cousu pour confectionner un vêtement qui sera par la suite expédié et mis en rayon ⁽⁹⁾.

D'ici à 2030, l'industrie de la mode devra fournir des vêtements à 8,5 milliards de personnes. Avec l'augmentation des revenus, en particulier dans les pays en développement, les experts prédisent que cela impliquera de produire 63 % de vêtements de plus qu'aujourd'hui ⁽¹⁰⁾. Ces prévisions sont inquiétantes. Cette industrie émet actuellement 6 % du total des émissions mondiales de gaz à effet de serre et est responsable de 10 à 20 % de l'utilisation des pesticides ⁽¹¹⁾. La pollution de l'eau par les lavages, les solvants et les teintures reste une préoccupation majeure, et le secteur contribue à près d'un cinquième de la pollution totale de l'eau industrielle ⁽¹²⁾. En ce qui concerne la fin de vie des produits, on estime que 20 à 35 % des microplastiques présents dans les océans sont imputables aux articles de mode ⁽¹³⁾.

Afin de préserver la santé de la planète et protéger les moyens de subsistance de millions de personnes dépendantes de l'industrie de la mode, un changement transformationnel est une nécessité absolue.

Créer l'avenir que nous voulons

Comme indiqué dans notre stratégie en faveur de la biodiversité publiée récemment, Kering s'engage à devenir une entreprise dont l'impact sur la nature sera positif d'ici à 2025, principalement en convertissant un million d'hectares de terre à l'agriculture régénératrice, et en protégeant un million d'hectares supplémentaires d'écosystèmes critiques. Au total, cela représente six fois l'empreinte environnementale de Kering. Pour transformer cette vision en plan opérationnel, Kering travaille avec le Science-Based Targets for Nature Network, qui est en train de développer un objectif équivalent à « 1,5 degré pour la nature » ⁽¹⁴⁾.

Comprendre les impacts

Afin de mener des actions significatives en faveur de la biodiversité, il est essentiel de comprendre l'ampleur et la

matérialité des impacts. Depuis près de dix ans, Kering utilise un outil de mesure unique, le compte de résultat environnemental (*Environmental Profit & Loss – EP&L*). S'appuyant sur des analyses du cycle de vie, l'EP&L applique rigoureusement la comptabilité du capital naturel à l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement. Pour chacune des douze Maisons de Kering, cette méthode mesure notamment l'impact de chaque unité de matière achetée sur six paramètres environnementaux clés (pollution de l'air, pollution de l'eau, gaz à effet de serre, consommation d'eau, production de déchets et utilisation des sols). Elle convertit ensuite ces impacts en un « coût pour la société », ce qui permet d'aboutir à une valeur monétaire. Kering s'est fixé comme objectif majeur de réduire son impact EP&L total de 40 % d'ici à 2025, et le Groupe est actuellement en bonne voie pour concrétiser cette ambition ⁽¹⁵⁾.

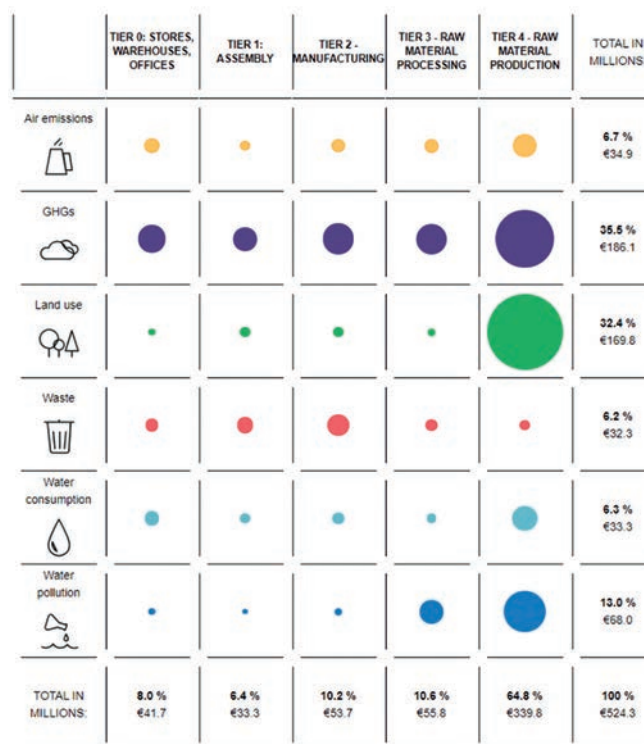


Figure 1 : Impact EP&L au regard de chaque étape de la chaîne d'approvisionnement et par catégorie d'impact environnemental.

Comme les résultats de l'EP&L 2019 de Kering (voir la Figure 1 ci-dessus) le montrent, les principaux impacts du Groupe concernent la catégorie « Utilisation des sols », au niveau de la production de matières premières. Cette catégorie englobe de nombreux indicateurs de la biodiversité, notamment les changements observés dans la biomasse végétale hors-sol, ainsi que la richesse attendue des espèces végétales ⁽¹⁶⁾. Notre deuxième impact le plus important – également situé à l'étape des matières premières – concerne les émissions de gaz à effet de serre.

(8) Global Fashion Agenda et le Boston Consulting Group (2017).

(9) *Ibid.*

(10) *Ibid.*

(11) MCKINSEY (2020).

(12) *Ibid.*

(13) *Ibid.*

(14) Le Science-Based Targets for Nature Network est constitué de nombreuses organisations œuvrant à la conservation de la planète qui travaillent ensemble à l'élaboration de méthodologies permettant aux entreprises (et aux villes) d'adopter des objectifs basés sur des données scientifiques afin d'atténuer leurs impacts sur les océans, la terre, le climat, la biodiversité et les réseaux d'eau.

(15) Kering (2020), « Rapport d'étape sur les objectifs de développement durable » (*Sustainability Progress Report*).

(16) Pour quantifier les impacts, nous utilisons des multiplicateurs basés sur les travaux de Kier *et al.* (2005) et de Tracy et Sanderson (2000).

Le constat est très clair : les impacts les plus importants s'exercent sur les fermes, les forêts, les pâturages, les mines et autres écosystèmes naturels, où commence le cycle de vie de nos produits. Ces résultats soulignent la nécessité de privilégier les solutions fondées sur la nature, qui ont le double avantage de préserver la biodiversité tout en atténuant les effets du changement climatique.

L'EP&L joue un rôle clé dans les processus de prise de décision et sert de guide en matière de choix programmatiques et d'approvisionnement. Par exemple, il indique quelles matières ont les impacts environnementaux les plus élevés, ce qui oriente les décisions d'approvisionnement. Il illustre clairement que « tous les modèles de production » ne se valent pas : dans le cas du coton, l'EP&L procure un argumentaire mesurable et solide pour le passage du coton conventionnel au coton biologique.

Chaque année, nous perfectionnons la méthodologie EP&L, disponible en *open-source* afin d'aider d'autres entreprises dans leurs efforts d'amélioration de leur chaîne d'approvisionnement. Nous publions naturellement nos résultats EP&L tous les ans.

Agir en faveur de la protection de la biodiversité

En s'appuyant sur cette compréhension nuancée des impacts, Kering applique le *Science-Based Targets for Nature Framework* (cadre fixant des objectifs de protection de la nature validés scientifiquement, ou « Cadre SBT ») pour établir ses objectifs de biodiversité et prendre des décisions. Le Cadre SBT est fondé sur les hiérarchies d'atténuation (largement utilisées dans la construction/extraction), ainsi que sur les hiérarchies de conservation (utilisées par les organisations de conservation). Mais il va plus loin en incitant les entreprises avec lesquelles il est en relation à entreprendre des actions transformatrices au-delà de leur chaîne d'approvisionnement directe. Le Cadre SBT s'articule autour de quatre étapes : 1) éviter, 2) réduire, 3) restaurer et régénérer, et enfin, 4) transformer.

À partir de ce Cadre SBT, voyons comment les entreprises de la mode peuvent mener des actions concrètes en faveur de la biodiversité ⁽¹⁷⁾.

Éviter

Dans un premier temps, Kering « évite » complètement de s'approvisionner en matières ayant un trop fort impact. Cette démarche implique notamment l'interdiction totale du cuir provenant des pays amazoniens, compte tenu des risques liés à la déforestation. En collaboration avec l'ONG Canopy, Kering s'assure également que la viscose et d'autres matières à base de pâte de bois proviennent de chaînes d'approvisionnement qui évitent l'exploitation des forêts anciennes ou menacées. Enfin, Kering s'assure que toutes les matières premières d'origine végétale ou animale proviennent de sources légales et vérifiables, en stricte conformité avec les recommandations de la CITES,

(17) L'ensemble de nos engagements en matière de biodiversité sont répertoriés dans la stratégie Biodiversité du Groupe pour 2020.

les restrictions de la Liste rouge de l'UICN et avec d'autres conventions nationales et internationales également applicables.

Réduire

Tous les impacts ne sont toutefois pas évitables. À ce titre, Kering s'efforce de minimiser son empreinte environnementale par le biais d'actions variées. Dans le cas du coton, cela signifie de privilégier le coton biologique et de collaborer avec l'ensemble de l'industrie de la mode afin d'augmenter la disponibilité du coton biologique sur les marchés internationaux. Ce concept de réduction des impacts est appliqué à l'ensemble des matières utilisées par les Maisons de Kering à travers les « Standards Kering » relatifs aux matières premières et aux processus de fabrication ⁽¹⁸⁾. Accessibles au public, ces standards ont été développés en collaboration avec des experts et des ONG et s'appuient sur les dernières recherches scientifiques, la législation et les meilleures pratiques de gestion. Ensemble, ils contribuent à l'établissement d'une feuille de route devant permettre d'atteindre l'objectif de réduction de l'empreinte environnementale totale du Groupe de 40 % d'ici à 2025, sur toute sa chaîne d'approvisionnement, selon les critères de mesure de l'EP&L.

Restaurer et régénérer

L'agriculture, à travers la perte d'habitat qu'elle engendre, est l'une des causes profondes de la perte de biodiversité. L'industrie de la mode doit contribuer à révolutionner complètement les systèmes agricoles existants, en travaillant conjointement avec ses pairs du secteur de la production alimentaire. L'agriculture régénératrice, qui prescrit une démarche de conservation dans les pratiques agricoles, gagne rapidement de la reconnaissance dans le secteur privé ⁽¹⁹⁾ et constitue une voie prometteuse. Les piliers clés de l'agriculture régénératrice consistent à maintenir le carbone dans le sol, à améliorer la biodiversité dans l'élevage, à augmenter la capacité des sols à retenir l'eau, à réduire l'utilisation d'intrants nocifs et à assurer des moyens de subsistance décentes ⁽²⁰⁾.

Kering travaille actuellement à la conversion d'un million d'hectares parmi ses sites d'approvisionnement en agriculture régénératrice d'ici à 2025, en mettant l'accent sur les matières à fort impact (cuir, coton, laine et cachemire).

Transformer

Pour répondre pleinement à la crise de la biodiversité, les interventions directes sur la chaîne d'approvisionnement ne suffiront pas. L'industrie de la mode est connue pour sa créativité et son innovation : cette dernière étape du Cadre SBT donne l'occasion de mettre en œuvre des idées qui réinventent complètement notre secteur. Cela impliquera inévitablement de résoudre les épineux problèmes de la surproduction et des déchets, ainsi que d'intensifier les innovations de l'économie circulaire et l'utilisation des matières alternatives. Cet objectif repose également

(18) Kering (2019), « Standards Kering relatifs aux matières premières et aux processus de fabrication ».

(19) <https://op2b.org/>

(20) *Ibid.*

sur les initiatives collaboratives. À ce titre, Kering continuera à jouer son rôle de fer de lance du Fashion Pact, une initiative menée à l'échelle de l'industrie considérée et qui rassemble plus de 250 marques et fournisseurs de mode (représentant 35 % du secteur) pour répondre aux problématiques liées au climat, à la biodiversité et à la prolifération du plastique dans les océans ⁽²¹⁾. Les grandes marques travaillent déjà sur les fondamentaux de l'industrie de la mode, notamment sur l'adaptation de la saisonnalité des collections ^(22,23), ainsi que sur l'évolution vers des plateformes numériques pour les défilés ⁽²⁴⁾.

Chez Kering, nous nous engageons non seulement à réinventer l'industrie grâce à ces collaborations, mais aussi à mener des actions directes pour protéger la biodiversité. Dans cette optique, nous protégerons un autre million d'hectares d'habitats critiques et « irremplaçables » en dehors de notre chaîne d'approvisionnement, par le biais du programme REDD+ des Nations Unies et d'autres initiatives vérifiables.

Conclusion

Revenons sur le cachemire : en 2015, Kering a lancé un partenariat avec la Wildlife Conservation Society afin d'aider les éleveurs de chèvres éponymes à adopter de nouveaux modèles de pâturage durable dans la région de Gobi, en Mongolie. Cette initiative vise non seulement à l'amélioration des conditions d'élevage et de la qualité des fibres, mais aussi à l'amélioration de l'état des pâturages. L'Université de Stanford, qui a récemment rejoint le partenariat, construit actuellement des modèles exploitant les données de la NASA afin de faciliter le passage au pâturage rotatif. En collaboration avec le Snow Leopard Trust, le projet utilise également des pièges photographiques pour surveiller les superprédateurs sur le terrain, et il fournit aux éleveurs les moyens d'introduire une série de pratiques respectueuses de la faune locale. À plus grande échelle, le projet collabore avec des coopératives d'élevage, le gouvernement et d'autres acteurs clés afin de standardiser la définition du « cachemire durable » en Mongolie, ce qui facilitera un changement positif à des échelles beaucoup plus larges.

L'avenir des êtres humains est inextricablement lié à la santé de la Terre. Les entreprises de mode, quelle que soit leur position dans le parcours en faveur de la biodiversité, doivent travailler collectivement à transformer leur industrie, en s'assurant que celle-ci s'inscrit dans les limites planétaires. Cela deviendra de plus en plus critique, puisque nous devons être en mesure de répondre aux demandes d'une population humaine en croissance. Si l'industrie veut jouer son rôle dans l'inversion de la courbe de la perte de biodiversité, il faut non seulement quantifier nos impacts, mais aussi améliorer nos pratiques d'approvisionnement, révolutionner les modèles de production agricole et repenser les fondamentaux mêmes de nos modèles économiques.

Références

- AIAMA D., CARBONE G., CATOR D. & CHALLENGER D. (2016), *Biodiversity Risks and Opportunities in the Apparel Sector*, published by IUCN.
- BERGER J., BUUVEIBAATAR B. & MISHRA C. (2013), "Globalization of the Cashmere Market and the Decline of Large Mammals in Central Asia", *Conservation Biology*, vol. 27(4), <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/cobi.12100>
- BROWCHUK E. (2020), "Digital Fashion Weeks and Virtual Shows: A Rundown of Fashion's New Rhythm", *Vogue*, <https://www.vogue.com/article/digital-fashion-weeks-2020>
- CEBALLOS G., EHRLICH P. & DIRZO R. (2017), *Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines*, PNAS, July 25, 2017 114 (30), <https://www.pnas.org.stanford.idm.oclc.org/content/114/30/E6089>
- FRIEDMAN V. (2020), "Gucci Says Fashion Shows Should Never Be the Same", *The New York Times*, <https://www.nytimes.com/2020/05/25/style/alessandro-michele-gucci-future-fashion-shows.html>
- FOUNTAIN Henry (2020), "Going in the wrong direction: More tropical forest loss in 2019", *New York Times*, <https://www.nytimes.com/2020/06/02/climate/deforestation-climate-change.html>
- 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. et al. (eds.), IPBES secrétariat, Bonn, Germany.
- Global Fashion Agenda & The Boston Consulting Group (2017), *Pulse of the Fashion Industry*.
- McKINSEY (2020), *The State of Fashion 2020: Navigating Uncertainty*, <https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/the-state-of-fashion-2020-navigating-uncertainty#>
- KERING (2020), "Reference to EP&L Report for 2019 data", <https://keringcorporate.dam.kering.com/m/788c4d5588730055/original/Kering-EP-L-report-2019-.pdf>
- KERING (2020), "Sustainability Progress Report, 2017-2020", <https://keringcorporate.dam.kering.com/m/b2ad4cc8eeacaa5/original/Kering-Sustainability-Progress-Report-2017-2020.pdf>
- KERING (2019), "Kering Standards for Raw Materials and Manufacturing Processes" https://keringcorporate.dam.kering.com/m/2b0fd1f253475285/original/KERING_Standards_EN.pdf
- KERING (2017), "Sustainability Strategy", <https://www.kering.com/en/sustainability/our-strategy/>
- KIER G. et al. (2005), "Global patterns of plant diversity and floristic knowledge", *Journal of Biogeography*, vol. 32(7), pp. 1107-1116.
- Marsh & McLennan and Zurich Insurance Group, <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2020>
- McLAUGHLIN Kathleen (2019), "Exploding demand for cashmere wool is ruining Mongolia's grasslands", *Science Magazine*, <https://www.sciencemag.org/news/2019/01/exploding-demand-cashmere-wool-ruining-mongolia-s-grasslands>
- TRACY B. & SANDERSON M. (2000), "Patterns of plant species richness in pasture lands of the northeast United States", *Plant Ecology*, vol. 149, pp. 169-180.

(21) <https://thefashionpact.org/?lang=en>

(22) FRIEDMAN (2020).

(23) <https://forumletter.org/>

(24) BROWCHUK (2020).

Trafic d'espèces protégées et déforestation : Madagascar, une biodiversité otage de la corruption

Par Mialisoa RANDRIAMAMPINANINA,
Dr. Frédéric LESNÉ,
Vatsy RAKOTONARIVO
et Dr. Ketakandriana RAFITOSON

Réseau Malina, Transparency International Initiative Madagascar

La biodiversité de Madagascar est mise en péril par les trafics d'espèces rares et la destruction des ressources naturelles, souvent sur fond de corruption. Dans l'Atsimo Andrefana, la tortue radiée est au cœur des commerces illicites. Les trafiquants profitent d'une chaîne de corruption bien huilée impliquant des membres des forces de l'ordre et des notables des villages. Témoins de ces forfaits, les villageois se taisent par indifférence ou par peur des représailles. Dans le Menabe, c'est la forêt d'Antimena qui subit une destruction massive perpétrée par des villageois payés pour transformer la zone boisée en un champ de maïs et d'arachide. L'enquête révèle l'implication de l'ancien député Raveloson Ludovic, alias Leva, accusé de financer cette opération de déforestation. L'ex-député fera longtemps jouer son statut d'élu pour se soustraire à la loi. Ces cas démontrent bien souvent que l'apparente sévérité de la législation malgache n'a d'égale que la non-application de ses dispositions et des décisions de justice. Une situation compliquée à laquelle s'ajoutent l'incapacité des autorités à contrôler les sites sensibles, la précarité de la population et l'organisation des malfaiteurs en un réseau de plus en plus influent.

La biodiversité de Madagascar, endémique à 80 %⁽¹⁾, est l'une des plus fortement menacées au monde. La précarité, qui entraîne des migrations massives plus ou moins régulières dans les aires protégées, les feux de brousse, qui ravagent les habitats naturels, et la chasse et la coupe sélectives, qui se focalisent sur les espèces rares et endémiques, constituent autant de causes qui exposent les espèces au danger de l'extinction. Mais la corruption est un facteur non négligeable qui accélère la destruction de la biodiversité malgache.

Les investigations du réseau Malina⁽²⁾, qui fédère des journalistes malgaches spécialisés sur le thème de la corruption, révèlent deux aspects importants de la corruption liée à la biodiversité : d'un côté, l'incapacité des autorités mal-

gaches à quadriller les sites les plus sensibles et, de l'autre, l'action sans cesse renforcée d'une « mafia » de l'environnement qui prend racine dans les zones les plus reculées pour s'amplifier vers les postes d'influence, alimentée par un réseau de corruption à tous les étages. Le présent article fait le point sur les dernières affaires révélées par le Réseau Malina pour tirer la sonnette d'alarme quant aux effets dévastateurs de la corruption sur les ressources naturelles malgaches.

Les tortues radiées au cœur de trafics et de corruptions en réseau

Le sud de Madagascar, en particulier dans la région de l'Atsimo Andrefana, connue pour sa forêt d'épineux, est le théâtre du trafic de tortues radiées : *Astrochelys Radiata*, ou *angonoka* en malgache. C'est à Marolinta, Beloha, Itampolo, Androka et Ampanihy, des villages du Sud, que l'on répertorie les plus importantes prises. Les trafiquants se servent de pirogues ou de vedettes rapides pour acheminer les tortues vers Toliara, la capitale régionale. Les reptiles sont ensuite illégalement transportés en taxi-

(1) <https://www.wwf.fr/espaces-prioritaires/madagascar>

(2) Mot signifiant « être vigilant » en malgache. Malina est un réseau de journalistes d'investigation mis en place par l'association Transparency International-Initiative Madagascar (TI-MG) en novembre 2018. Composé d'une quinzaine de journalistes, le réseau publie ses productions destinées à exposer les cas de grande corruption dans ce pays, sur le site Web dédié : www.malina.mg



Photo © malina.mg

Une tortue radiée, une espèce protégée victime d'un important trafic.

brousse ou en voitures particulières, des 4x4 la plupart du temps, le long de la route nationale pour atteindre Antananarivo, la capitale du pays, et être exportés *via* l'aéroport international d'Ivato. Le trafic est bien huilé : les forces de l'ordre ferment les yeux sur ces transports illicites. Interviewés par les journalistes de Malina, le directeur régional du bureau indépendant Anticorruption (Bianco), Mamitiana Rajaonarison, le confirme : « Il existe une corruption des forces de l'ordre, par exemple dans la fouille des véhicules sur la route, ce qui explique pourquoi les tortues volées à Beloha ou Ampanihy arrivent jusqu'à Toliara, et même Antananarivo. Et la plupart du temps, les plaintes (déposées auprès du Bianco) arrivent après que le forfait a été commis, cela rend la lutte encore plus compliquée. »

Une lutte d'autant plus compliquée qu'il n'est pas rare que les habitants connaissent les principaux trafiquants, ceux-ci vivant souvent dans le même village. Par peur des représailles ou par habitude, tout simplement, les villageois se taisent. Soary Randrianjafizanaka, qui est à la tête de la direction régionale de l'Environnement et des Forêts de Toliara, explique ainsi ce phénomène : « Il est extrêmement difficile d'obtenir des informations locales fiables. La population n'est pas très sensible à ce sujet, les gens ne veulent pas être impliqués et devoir faire des allers-retours pour partager ces informations. Ils préfèrent se taire, ne pas dénoncer ni fournir leurs témoignages. Or, en général, tout le monde sait qui est impliqué dans ces trafics ».

C'est un silence qui parfois est motivé par le fait que les individus concernés par ces trafics de tortues font partie des notables du village : une situation qui intimide d'autant plus les villageois. Quoi qu'il en soit, les enquêtes débouchent

parfois sur des arrestations particulièrement significatives. C'est le cas avec l'arrestation de Tsikizahy Mahavonjy, un notable du village de Tongombolo, et de quelques ressortissants de nationalité chinoise, tous connus localement pour leurs méfaits, notamment le commerce illégal d'espèces protégées. Le procès de Tsikizahy Mahavonjy s'est soldé en 2019 par une peine d'emprisonnement de 18 mois et une amende d'un million d'Ariary, soit environ 250 euros : « Ils sont actuellement en prison. La direction régionale a fait appel, car le verdict est bien trop clément au regard des 7 430 tortues trafiquées », toujours selon Soary Randrianjafizanaka.

Des moyens limités pour les forces de l'ordre, mais une société civile déterminée

Mais c'est surtout le manque flagrant de moyens matériels qui handicape les forces de l'ordre, tandis que les trafiquants, eux, se dotent des meilleurs équipements possibles, allant jusqu'à mobiliser des vedettes rapides et des véhicules tous terrains. « La gendarmerie n'est pas équipée pour surveiller une aussi importante étendue de mer. La plupart du temps, nous ne pouvons pas agir », se plaint le chef de la gendarmerie d'Ampanahy, plaque tournante du trafic de tortues radiées. Certains partenariats, comme celui engagé avec l'organisme Madagascar National Parks chargé de la gestion de plusieurs parcs nationaux, leur ont permis de bénéficier provisoirement d'équipements plus performants comme des vedettes rapides. Mais ces alternatives, si elles constituent une solution ponctuelle, sont très loin de permettre de freiner un trafic déjà tentaculaire.

Aux niveaux local et régional, les organisations de la société civile (OSC) se mobilisent déjà pour faire face à cette mafia des espèces protégées. Le Dr. Mahatanty Tsimanaoraty Paubert, qui représente la coalition des OSC au niveau de la SADC⁽³⁾, a révélé aux journalistes de Malina les pressions subies par ces associations qui militent pour la protection des espèces sauvages : « Les pressions et les interventions sont des formes de corruption auxquelles nous sommes souvent confrontés. Nous avons par exemple appréhendé un trafiquant et déposé notre plainte auprès des autorités. Quelques jours plus tard, le trafiquant était à nouveau libre. »

Les OSC ont décidé de mettre en place ce que l'on appelle un « Dina Sokake », littéralement un « règlement sur la tortue », une forme de règlement communément validé par la population et inspiré de leurs propres traditions pour renforcer la protection des espèces sauvages, en l'occurrence les tortues. Ce type de règlement a l'avantage de mettre en place des règles que la coutume peut venir renforcer. Le Dr. Mahatanty Tsimanaoraty Paubert explique que cette disposition a été prise « pour organiser une stratégie efficace, qui associe le tribunal, la gendarmerie et la population locale ».

L'année 2018 a sans doute été la plus sombre pour le cas du trafic de tortues. D'après la direction régionale de l'Environnement et des Forêts de Toliara, les chiffres ont explosé : 17 430 prises illégales, dont 10 000 tortues pour la seule ville de Toliara, principale ville de la région Atsimo Andrefana. L'affaire a eu un grand retentissement : traitée jusqu'en 2019, elle s'est soldée par l'inculpation de deux autres ressortissants chinois et quatre Malgaches, chacun d'eux écopant de six ans de prison et d'une amende de 100 millions d'Ariary.

Les forêts de Madagascar au bûcher de la corruption

En matière de trafic d'espèces rares, la flore endémique malgache n'échappe pas aux coupes sélectives et aux prélèvements illégaux. La forêt d'Antimena, dans le sud de Madagascar, symbolise ce phénomène particulièrement dévastateur, car en plus d'alimenter le marché noir des espèces rares, ce trafic déstabilise l'équilibre des écosystèmes naturels régionaux. Cette forêt est connue pour être une zone à mi-chemin entre le monde terrestre et le monde marin, avec ses palétuviers et ses lacs. Elle est située dans les districts de Mahabo et de Belo-sur-Tsiribihana et s'étend sur 21 000 ha. Aujourd'hui, Antimena est détruit à plus de 80 %, d'après le rapport de la direction régionale de l'Environnement. Depuis 2009, Antimena subit une vague de destructions massives et se transforme en un vaste champ de maïs et d'arachide.

Un phénomène d'autant plus enraciné qu'il bénéficie de l'appui de personnalités influentes comme l'explique le commissaire principal et non moins directeur régional de la police du Menabe, Razafindranony Honoré.

L'ancien député Leva, la main invisible qui détruit Antimena

Le nom de l'ancien député Raveloson Ludovic, alias Leva, a été plusieurs fois cité lors des investigations menées sur le terrain par l'équipe de Malina. Déjà élu au titre d'un premier mandat et encore candidat aux élections législatives de mai 2019, époque où cette investigation a été menée, Leva était considéré comme la main invisible qui organisait jusqu'à récemment la déforestation de l'aire protégée de l'Antimena. Mais les preuves tangibles pour l'inculper sans ambiguïté avaient été difficiles à regrouper, tant le réseau qu'il avait tissé était solidement arrimé entre ses mains.

La situation sur le terrain révélait la complexité de ce réseau. Si les individus arrêtés et mis en examen pour destruction de ressources naturelles ne passent pas aux aveux, il est difficile pour un groupe de 200 personnes d'organiser un voyage pour se rendre dans la zone protégée, sans coordination externe.



Photo © malina.mg

L'ancien député Raveloson Ludovic.

Des confidences faites sous couvert de l'anonymat

En réalité, les confidences se font surtout sous couvert de l'anonymat, et avec beaucoup de peur, comme l'ont constaté les journalistes de Malina. Ayant été élu, le député a longtemps fait jouer son immunité parlementaire pour se protéger et a exercé une pression sur d'autres élus locaux, notamment des maires et des chefs de fokontany (quartiers). Pourtant, plusieurs sources indiquent que des sacs de semences ont été livrés par le député Leva : hauts responsables de la région du Menabe, opérateurs économiques locaux et associations villageoises locales pointent du doigt le député Leva. Tous affirment, d'une même voix, avoir été témoins de ces actions illégales de Raveloson et de son implication dans la destruction d'Antimena.

Des sources concordantes ont révélé aux journalistes de Malina que les semences distribuées dans les districts de Mahabo, de Morondava et jusqu'à Belo-sur-Tsiribihina

(3) Southern Africa Development Community.

appartiennent à l'ancien député. L'un de ces témoins, qui requiert l'anonymat, témoigne : « C'est lui [le député Leva] qui ravitaille en semences jusque dans la forêt de Lambokely, qui est déjà à l'intérieur de la zone protégée. Nous faisons partie de ceux qui collectent les produits dans ces régions. Nous partons d'Ankilizato pour traverser le village jusqu'à Lambokely. En période de récolte, il y a environ onze camions qui transportent le maïs vers Antananarivo, cela a lieu tous les deux jours. Un camion peut transporter jusqu'à 32 tonnes, à chaque voyage. En faisant le calcul, il y a donc environ 320 tonnes de maïs qui partent du Menabe tous les deux jours. Nous livrons ce maïs à trois grandes entreprises, une à Analamahitsy, une à Anosizato, et une à Antsirabe », affirme-t-il. Un proche collaborateur du député Leva a révélé que ce dernier utiliserait sept gros camions pour collecter les produits dans la forêt. « Ces véhicules n'ont pas de toit pour faciliter leur circulation dans la forêt », dit-il. Les ouvriers travaillant pour lui et ses collaborateurs ont confié que l'administration, notamment le district, la gendarmerie nationale, le tribunal et le service de l'environnement, ont reçu de l'argent de l'ex-député, en contrepartie de leur silence face à ses méfaits.

L'ex-député Leva, victime de diffamation ou corrompu incarcéré ?

Rencontré par les journalistes de Malina à Mahabo en mai 2019, l'ex-député s'était dit victime de « diffamation, de médisance, de jalousie et de manœuvre politique », se plaignant d'être le bouc émissaire d'une situation dans laquelle il ne serait pas impliqué. Il affirme ne posséder que cinq camions utilisés pour le transport de marchandises vers Antananarivo et qui auraient été achetés grâce à des prêts bancaires ou à des subventions venant de partenaires.

Toujours est-il que les enquêtes ont abouti à son incarcération en mai 2019, au motif d'exploitation et de mise en circulation illicite de produits forestiers avec abus de pouvoir. Plusieurs plaintes ont été déposées à son encontre l'accusant d'avoir commandité le défrichement de l'aire protégée de Menabe Antimena pour favoriser des cultures de maïs sur brûlis et le déplacement massif de populations vulnérables pour les exploiter comme main-d'œuvre à bas coût, ainsi que d'avoir organisé l'exploitation illicite de bois précieux.

Le député corrompu a été condamné par le tribunal de Morondava à une peine de cinq ans de prison ferme. Il a cependant obtenu une liberté provisoire en 2020, grâce à l'intervention de deux magistrats de Toliara. Après décision du Conseil supérieur de la magistrature, le procureur général près la Cour d'appel (PGCA) de Toliara, Jean Norbert, impliqué dans cette libération provisoire du député Leva, a été suspendu de ses fonctions pour une période de six mois. Ritah Andriamanantenasa, substitut général près la Cour d'appel de Toliara, a été, quant à elle, relaxée.

La contre-attaque de la société civile

« L'affaire Leva » a aussi été l'occasion pour les OSC, dont Transparency International – Initiative Madagascar (TI-MG), d'organiser une contre-attaque afin de réclamer

l'application de la loi et l'adoption de mesures strictes par le gouvernement pour mettre fin à de telles pratiques criminelles et à la corruption. Le statut d'élu de Raveloson Ludovic a en effet été à l'origine de manœuvres corporatistes de plusieurs députés, lesquels s'étaient organisés pour tenter de soustraire leur collègue aux mains de la justice. Dans une lettre conjointe adressée au Président de la République en décembre 2019, les OSC ont appelé « au refus des conclusions de la Commission spéciale de l'Assemblée nationale chargée d'examiner les conditions de la levée de l'immunité parlementaire en lien avec la suspension du mandat de dépôt de leur collègue Raveloson⁽⁴⁾ ».

Les populations riveraines, les premières victimes

Aujourd'hui, le député Leva, après avoir obtenu sa libération provisoire, est à nouveau recherché pour une autre affaire dans laquelle il serait impliqué. Déchu de ses mandats parlementaires, l'ex-député est remplacé par sa colistière Dina Rakotomalala, qui se trouve être... son épouse.

L'affaire Raveloson Ludovic aura révélé l'extrême étendue de l'influence de cet ancien élu et la capacité de son réseau à organiser des actes illicites, avec des conséquences importantes sur une aire protégée. La destruction d'Antimena Menabe a atteint son summum lorsqu'en 2018, plusieurs centaines de personnes sont entrées en masse à l'intérieur de cette aire protégée. Plus que toute autre victime, ce sont surtout les populations locales et riveraines de l'Antimena qui subissent de plein fouet cette intrusion illicite. En effet, cette aire protégée, placée sous gestion des communautés de base, est classée en catégorie cinq : une classification qui permet aux villageois d'exploiter une partie de la forêt, selon un règlement préalablement défini. Par la présence des cultivateurs illicites, la forêt atteint son seuil maximal de pression, rendant toute exploitation dévastatrice.

Le bois de rose : un trafic qui pèse lourd sur l'économie de Madagascar

Les forêts de Madagascar souffrent également du phénomène de coupes sélectives d'espèces rares comme le bois de rose, une espèce tristement célèbre pour être la cible de prédilection des trafiquants. Ces arbres précieux se trouvent plus particulièrement dans les forêts du Nord-Est de l'île, entre Sambava et Maroantsetra, avec une forte concentration dans les parcs nationaux de Masoala et de Marojejy.

L'exploitation et le commerce du bois de rose explosent vers le début des années 2000. Et c'est vers la fin de l'année 2015 que sera mis en place une chaîne spéciale pour lutter contre les trafics de bois précieux, notamment l'ébène et le bois de rose ; une mise en place entérinée par la loi organique n°2015-056 du 3 février 2016 portant création de la chaîne spéciale de lutte contre le trafic de bois de rose et/ou de bois d'ébène et répression des infractions relatives aux bois de rose et d'ébène. Entre-temps et encore

(4) <https://www.transparency.mg/lettre-ouverte>



Photo © malina.mg

Bois précieux qui, coupés illégalement, ont été saisis, puis marqués par les autorités avant d'être inventoriés.

aujourd'hui, les conséquences de ce pillage sont dramatiques, tant d'un point de vue environnemental, parce que la coupe sélective déstabilise l'écosystème local, que sur le plan économique. En effet, ce trafic illégal a fait perdre 1 113 milliards d'ariary (349 millions d'euros) à Madagascar en sept ans (2006-2013), d'après l'ONG Traffic International⁽⁵⁾. À titre de comparaison, ce montant équivaut au quart du budget de Madagascar en 2015.

L'anticorruption à Madagascar : une lutte de longue haleine

Face à tous ces cas mêlant corruption, protection politique, organisations de malfaiteurs, trafics et destruction des ressources naturelles et de la biodiversité, un renforcement des dispositifs de contrôle et de répression est de

mise. S'impose également la nécessité d'assainir chaque jalon de la chaîne policière et judiciaire, car trop de coupables échappent encore aux filets de la justice grâce au trafic d'influence en haut lieu. Si la législation malgache est déjà sévère, elle souffre toujours d'un handicap malheureusement devenu permanent : la non-application des décisions de justice. Pourtant, ces crimes environnementaux et ces trafics de ressources naturelles en tous genres ne cessent de se développer et de menacer la survie de nombreuses espèces, l'intégrité des habitats et la cohésion sociale dans ces zones éloignées. C'est un combat de longue haleine qui mérite un investissement massif, car il est question ici de l'avenir d'une nation et de celui de ses générations actuelles et futures.

(5) <https://www.traffic.org/publications/reports/lile-aux-bois-commerce-de-bois-de-rose-et-de-bois-debene-de-madagascar-fr/>

Corporate mobilization and public policy needs for nature

By Claire TUTENUIT

Déléguée générale d'Entreprises pour l'Environnement (EpE)

and Eva ZABEY

Executive Director, Business for Nature

Nature loss has serious consequences for business, and many companies are already making nature a priority through the way they sustainably use natural resources across their supply chains, create clean jobs, and produce greener products. To speed and scale business action for nature and biodiversity, we must help businesses 1) navigate the complexity of identifying and assessing impacts and dependencies on nature, 2) embed the value of nature in decision-making and disclosure, and 3) set concrete, evidence-based targets informed by science, which provide clear direction and ambition for further business action. Political leadership is needed to spur more business action, and companies are increasingly calling on governments to enact more ambitious policies for nature.

Nature underpins our prosperity and wellbeing by providing economic value and security, supporting human development and equality, and increasing our resilience to climate change. Threats to nature and biodiversity loss put businesses and the economy at risk, and currently over half the world's GDP, \$44 trillion of economic value, is exposed to risks from nature loss (*WEF Global Risk Report 2020*). The drivers of nature loss are well understood (IPBES), and many voices from civil society are calling for businesses and economies to reduce their impact on nature. Many of the main drivers of nature and biodiversity loss – including land use change, overexploitation of natural resources, climate change, pollution, and exotic invasive species – are closely linked to economic activity around the world (IPBES).

Faced with the urgency and scale of the ecological crisis, there is no time to lose. Many companies are already making nature a priority through the way they sustainably use natural resources across their supply chains, create clean jobs, and produce greener products. Those leadership efforts need to be scaled up to meet the urgency of this crisis. The current rapid loss of biodiversity is now viewed as the beginning of a possible sixth mass extinction of life on our planet. Indeed, the *Global Risk Report 2020* published in January by the World Economic Forum showed that of the seven biggest global risks in terms of impact and likelihood, four are linked to nature: climate action failure, biodiversity loss, extreme weather, and human-made environmental disasters (*WEF Global Risk Report 2020*).

Scaling of voluntary business action must also be complemented by ambitious, transformative government policy. This is in line with what scientists tell us is needed to mitigate climate change and for the world to thrive within nature's limits.

Despite the looming threat of nature and biodiversity loss, businesses have been less active on tackling their biodiversity impacts compared to their climate ones. Three ways to overcome this lack of action include.

Help business navigate through the complexity of identifying and assessing their impacts and dependencies on nature

Companies' interactions with nature are complex, and their impacts are often spread across multiple drivers of nature loss. It can be difficult to isolate who is responsible for nature's destruction in many cases, as supply chains are complex and not always traceable, and multiple actors are often involved. Is a building company responsible for the land use change associated with creating a new lot, or does responsibility lie with the developer who owns the land and initiated the project, the future tenants who will live there, or the city council which declared the land open for construction, or indeed the citizens who elected that city council in the first place? Many actors cooperate in these situations and make it difficult to determine *who* is impacting nature.

Figure II: The Global Risks Landscape 2020



Figure 1 – Source: WEF Global Risk Report 2020.

Embed the value of nature in decision-making and disclosure

It is often difficult to make the business case for nature, as our current business models and decision-making frameworks don't easily allow for consideration of nature and biodiversity. To take any action, businesses often require motivations such as risk reduction, new revenue opportunities or cost reduction, rather than simply "doing good". We also know that traditional risk management systems need to evolve: Companies are encouraged to consider additional criteria for assessing risk, beyond likelihood and impact, to also include adaptability, complexity, velocity or speed of onset, persistence, and recovery (COSO, WBCSD, October 2018) (Ref.: Applying

Enterprise Risk Management to Environmental, Social and Governance-related Risks, COSO, WBCSD, October 2018).

Businesses need concrete, evidence-based targets informed by science to provide clear direction and ambition for further business action

In the case of climate change, the world has decided on one unit – tons of CO₂ – to be the metric by which every individual, government or company can assess their impact. This makes it relatively easy to include climate in business models, and through carbon-pricing, investment decisions can be based in economic analysis. There is no such common unit to measure or value biodiversity,

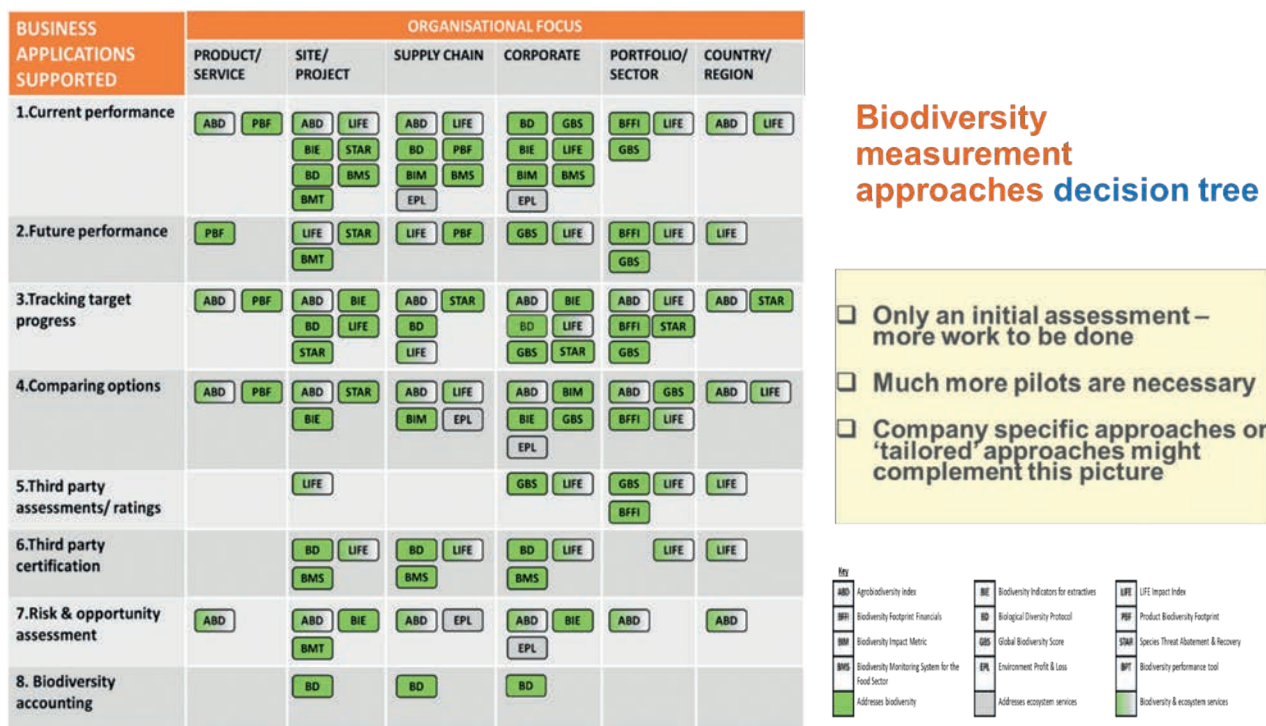


Figure 2 – Source: Arcadis.

though this is an area of much research and experts are currently seeking ways to integrate nature and biodiversity into business decision making. Because of this, there currently exist many strategies for measuring and valuing biodiversity, and these vary according to situation, actors, and other factors. Figure 2 illustrates the results of a synthesis study by Arcadis for the European Commission, and shows that for each type of business application, there exist many methods for measuring biodiversity.

The business case for nature and biodiversity must be promoted widely in business circles, both among large corporations and SMEs. Increasingly, we are seeing that customers see the value in protecting nature, and purchase products which they feel are sustainably sourced and actually *benefit* the planet. This is especially evident in the wood products, food, luxury goods, and textile markets. Will it also happen for different types of products or services, such as financial services, or those products that appear less nature-dependent, such as electronics or cars? This movement must be encouraged by the business community, be based in science, and include inputs from civil society actors, including customers, NGOs, international organizations and more.

The urgent need to scale up, speed up and step up business action

Business for Nature brings together influential organizations and forward-thinking businesses, to demonstrate business action and amplify a powerful business voice calling for governments to reverse nature loss. Business for Nature Partner organizations include the World Economic Forum, the World Resources Institute, WWF, Entreprises pour l'Environnement (EpE), and over 40 other organizations. Business for Nature is the first and only global business

coalition calling for ambitious public policy to reverse nature loss in this decade at all levels. This is especially critical as key decision making moments approach, such as next year's Convention on Biological Diversity's COP15 in Kunming and UN Climate Change Conference in Glasgow.

Business for Nature works to demonstrate and encourage business action for nature in a few key ways. As explained above, many companies do not fully understand their impacts and dependencies on nature. Business for Nature encourages companies to start by assessing their impacts and dependencies on nature, and then make commitments that foster material change. Business for Nature knows of nearly 400 forward-thinking businesses that have already made commitments through platforms such as the New York Forest Declaration, the AgWater Challenge, the New Plastics Economy Global Commitment, the act4nature alliance (see box) and others. As part of the act4nature alliance in particular, businesses make a commitment at the highest management level to include nature in all company decisions, so that nature is incorporated into both strategy and throughout the entire organization.

In addition to making commitments to reverse nature loss, businesses must act in meaningful ways that benefit the natural world. Business for Nature knows of 1,240 businesses that are already taking action for nature by reducing their negative impacts, investing in protecting and restoring nature, and innovating and scaling up products and technologies with a lower impact. Businesses must develop innovative solutions, including those that preserve wild areas and species, allow for sustainable use of natural resources, and aid in reintroduction of nature to human landscapes. These solutions must also include various tools to produce, facilitate and fund such activities.

Businesses are acting, but it's not enough. We need to quickly scale and speed up efforts and businesses cannot solve these challenges in isolation. Political leadership is needed to spur more business action. This is why Business for Nature is unifying the business voice calling on governments to adopt policies to reverse nature loss this decade, in order to transform our economic and financial systems to ensure a sustainable future. Business for Nature has engaged over 200 companies from 15 sectors in five continents as well as many other organizations to develop five policy recommendations on nature. Coupled with continued business action, these policies – once adopted – have the potential to unleash new opportunities and encourage business to do more, which in turn leads to more ambitious policies. Business for Nature's five policy recommendations provide a roadmap for the type of policies to include:

- **Provide direction and ambition.** Adopt global targets informed by science to reverse nature loss by 2030 and recognize a planetary emergency.
- **Align, integrate and enforce policies for nature, people and climate.** Bring greater coherence to UN governance, make nature part of mainstream government policy and ensure effective enforcement of environmental laws.
- **Go beyond short-term profit and GDP.** Value and embed nature in decision-making and disclosure so governments, companies and financial organizations can make better long-term decisions.
- **Finance a socially fair transformation.** Reform subsidies and incentives to reward positive action on nature alongside innovative and circular business models. Promote financial solutions that support nature.
- **Engage, enable and collaborate.** Join forces so the public and private sector can implement solutions and empower society to act.

Public policy needs are diverse – for example, policies are needed that aid in avoiding destruction of nature subsidies like we have seen with fishing policy in Europe, aid in land planning and protecting of ecosystems like China has done with "redlining", dedicate resources to nature's protection, and include nature in public procurement. Additionally, we must include nature in the assessment of intended policies, similarly to what Costa Rica has done on their development of ecological tourism policy. These are only a few examples.

Nature is Everyone's Business – A Call to Action

The COVID-19 pandemic has postponed many key moments expected to drive action for nature, but the Business for Nature Coalition is determined not to let this "super year" for nature pass by. On 15 June 2020, Business for Nature – together with WEF, WBCSD, IUCN, ICC, and UN Global Compact – held the first major global

leadership event to discuss nature in a world thinking about how to emerge from the pandemic, and also understand the relationship between a healthy planet that is resilient to future pandemics (WWF, 2020).

During the event, 2,200 attendees – including many businesses – heard from Paul Polman, Co-Founder of IMAGINE, who said nature is at a tipping point and urged collective action and high ambition. Business leaders including Danone CEO Emmanuel Faber, Unilever CEO Alan Jope, AXA CEO Thomas Burel, Natura &Co CEO Roberto Marques, Fosun International Chairman Guo Guangchang and Sintesa Group CEO Shinta Widjaja Kamdani shared ideas on how to reduce the impact of their business on natural resources.

At the event, Business for Nature released a Call to Action – Nature is Everyone's Business – encouraging companies sign up and join businesses around the world who are calling for ambitious and collective action for nature. Business for Nature will use this powerful collective business voice to call on governments to adopt ambitious nature policies to reverse nature loss in this decade.

If you're a company, sign up to the Call to Action now: <https://www.businessfornature.org>



Act4nature: easy and to the point

act4nature international is the continuation of act4nature 2018 for companies with international activities. It is also led by EpE under a multi-stakeholder steering committee and, though aimed at global actors, is a French collective initiative run by French partners.

Companies committed to act4nature in 2018 and new companies wishing to join are invited to send their own SMART commitments, all signed by their CEO, thus generating strong momentum for progress beyond 2020.

The individual commitment format is open but should not exceed 2,500 signs. The text may contain URL links. Applications are to be submitted to engagement@act4nature.com and will be validated by partners. More details here: <http://www.act4nature.com/en/join-us/>

Comment et pourquoi mesurer l'empreinte biodiversité des acteurs économiques ?

Par Marc ABADIE

PDG de CDC Biodiversité

et Antoine CADI

Directeur Recherche et Innovation, CDC Biodiversité

Après trois ans de développement, CDC Biodiversité a lancé, le 12 mai 2020, son outil Global Biodiversity Score (GBS) devant permettre aux entreprises et institutions financières de mesurer leur empreinte biodiversité. Calculer l'empreinte biodiversité d'une entreprise ou d'un acteur financier *via* le GBS™ revient à établir un lien quantitatif entre son activité et ses impacts sur la biodiversité. Ce calcul s'opère en deux temps. Le premier temps consiste à faire le lien entre l'activité économique de l'entreprise et les pressions affectant la biodiversité, c'est-à-dire à analyser quantitativement la contribution de l'activité économique de l'entreprise à ces pressions. Le second temps consiste à analyser l'impact de ces pressions sur la biodiversité.

Les liens entre les entreprises et la biodiversité ont été explorés dans une série de projets de recherche au cours des dernières années dans le cadre de la mission Économie de la biodiversité – MEB, une initiative de la Caisse des Dépôts, conduite et dirigée par CDC Biodiversité. En 2015, d'importants travaux ont été menés pour comparer les inconvénients et les limites des outils existants, et tenter de guider les entreprises dans leur choix d'outils de mesure de la biodiversité. Il a été mis en évidence le fait qu'il y avait un besoin évident de disposer d'un outil axé sur la biodiversité elle-même et pas seulement sur les services écosystémiques ; un outil qui utilise une mesure agrégée compréhensible par tous, et capable de mesurer l'empreinte de la biodiversité des entreprises de divers secteurs à l'échelle de l'ensemble de la chaîne de valeur (du berceau à la tombe). À noter le fait que les secteurs économiques les plus avancés et les plus réglementés en termes d'atténuation de leurs impacts ne sont pas ceux qui représentent les impacts les plus importants : ce sont plus particulièrement les secteurs de l'agriculture, de la foresterie, des biens de consommation, de la fabrication et de l'énergie.

En conséquence, le MEB a lancé le projet Global Biodiversity Score (GBS), qui a été développé au cours des cinq dernières années en étroite collaboration avec les membres du club B4B+ (Business for Positive Biodiversity Club), un groupe de 25 entreprises et de 10 institutions financières, toutes prêtes à mesurer quantitativement leur impact sur la biodiversité, soutenant ainsi l'émergence de

cet outil tant attendu. Chaque étape du développement de la feuille de route du SGB a été testée au travers d'une dizaine de cas avec les membres du Club B4B+, permettant aux développeurs de GBS d'anticiper quels seront les données, les besoins et les réalités disponibles pour les entreprises issues de différents secteurs économiques. La première version du GBS a été présentée le 12 mai 2020 et les premières évaluations complètes d'empreintes biodiversité ont été livrées courant 2020.

Notre vision de la mesure de l'empreinte biodiversité

Notre vision de la mesure de l'empreinte biodiversité repose sur l'implication des mêmes types d'acteurs que ceux intervenant aujourd'hui dans les évaluations de l'empreinte carbone. C'est-à-dire :

- 1) des consultants externes spécialisés en évaluation qui effectueront des prestations de ce type au profit d'entreprises ;
- 2) les fournisseurs de données et les agences de notation qui diffusent des informations relatives à la biodiversité à un large éventail d'entreprises et d'actifs financiers ;
- 3) les entreprises qui sont prêtes à évaluer elles-mêmes leur empreinte environnementale ;
- 4) les investisseurs qui souhaitent évaluer les entreprises en fonction de leurs performances en matière de biodiversité ;
- 5) les vérificateurs externes des informations non finan-

Le GBS en bref

Le GBS est un **outil d'évaluation de l'empreinte biodiversité des entreprises** : il peut être utilisé pour évaluer l'**impact** ou l'empreinte des entreprises et des *footprint* investissements **sur la biodiversité**. Les résultats des évaluations menées avec le SGB sont exprimés dans l'unité $MSA.km^2$ – où la MSA représente l'abondance moyenne des espèces, une **mesure** exprimée en % caractérisant l'intégrité des écosystèmes. Les valeurs de la MSA varient de 0 à 100 %, où 100 % correspond à un écosystème vierge ou intact. Les parties prenantes peuvent ensuite établir des **indicateurs** basés sur les résultats d'évaluation du SGB, par exemple les indicateurs de performance clés (KPI) pour mesurer notamment le rendement d'une entreprise. Ces différences sont illustrées par la Figure ci-dessous.

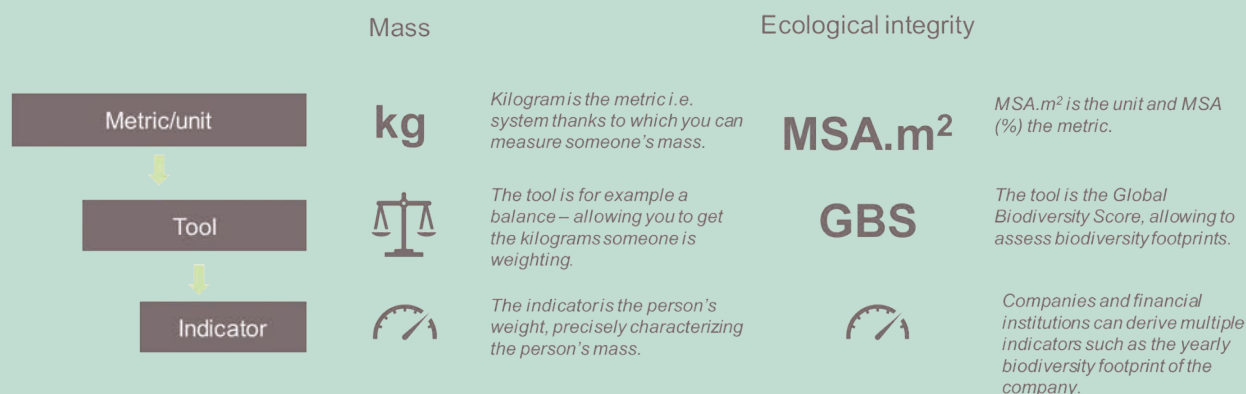


Figure 1 : Différences entre les mesures, les unités, les outils et les indicateurs.

Afin de décomposer les impacts à travers la chaîne de valeur et de fournir des moyens d'éviter le double comptage, le GBS utilise le concept de scope, ou limite de la chaîne de valeur. Le scope 1 couvre les opérations directes. Les impacts qui se produisent en amont sont décomposés entre production d'énergie non carburant qui relève du scope 2, et autres achats qui se situent dans le scope 3, en amont. Enfin, les impacts en aval appartiennent à l'aval du scope 3.

Pour tenir compte des impacts qui perdurent au-delà de la période évaluée, les résultats du GBS sont également distingués entre effets dynamiques, qui se produisent au cours de la période évaluée, effets provisoires, ce qui se produira à l'avenir, et effets statiques, les impacts persistants.

Méthodologie

Afin d'évaluer l'empreinte de la biodiversité des entreprises, l'approche principale du SGB est de lier les données sur l'activité économique aux pressions sur la biodiversité, et de traduire ces pressions en impacts sur la biodiversité. Une approche hybride est utilisée pour tirer parti des données disponibles à chaque étape de l'évaluation. Les données sur les achats ou liées aux pressions (telles que les changements dans l'utilisation des terres ou les émissions de gaz à effet de serre) peuvent ainsi être utilisées pour affiner les évaluations. En l'absence de données précises, un calcul par défaut évalue les impacts en fonction des données relatives au chiffre d'affaires financier.

Le GBS utilise des outils évalués par des pairs, comme Exiobase, un modèle multirégional entrées/sorties, ou Globio, pour faire le lien entre l'activité, les pressions et les impacts. Ces hypothèses sous-jacentes sont transparentes.

À long terme, l'objectif du GBS est de couvrir tous les impacts sur la biodiversité de la chaîne de valeur, dans leur globalité (y compris donc les impacts en amont et en aval). Il couvre actuellement les pressions terrestres et aquatiques sur la biodiversité et les impacts en amont. Les impacts couverts sont les suivants : utilisation des terres (notamment dans le bassin versant), fragmentation des écosystèmes naturels, empiètement humain, dépôt atmosphérique d'azote, changement climatique, perturbation hydrologique, conversion des zones humides, émissions d'éléments nutritifs, écotoxicité (en cours).

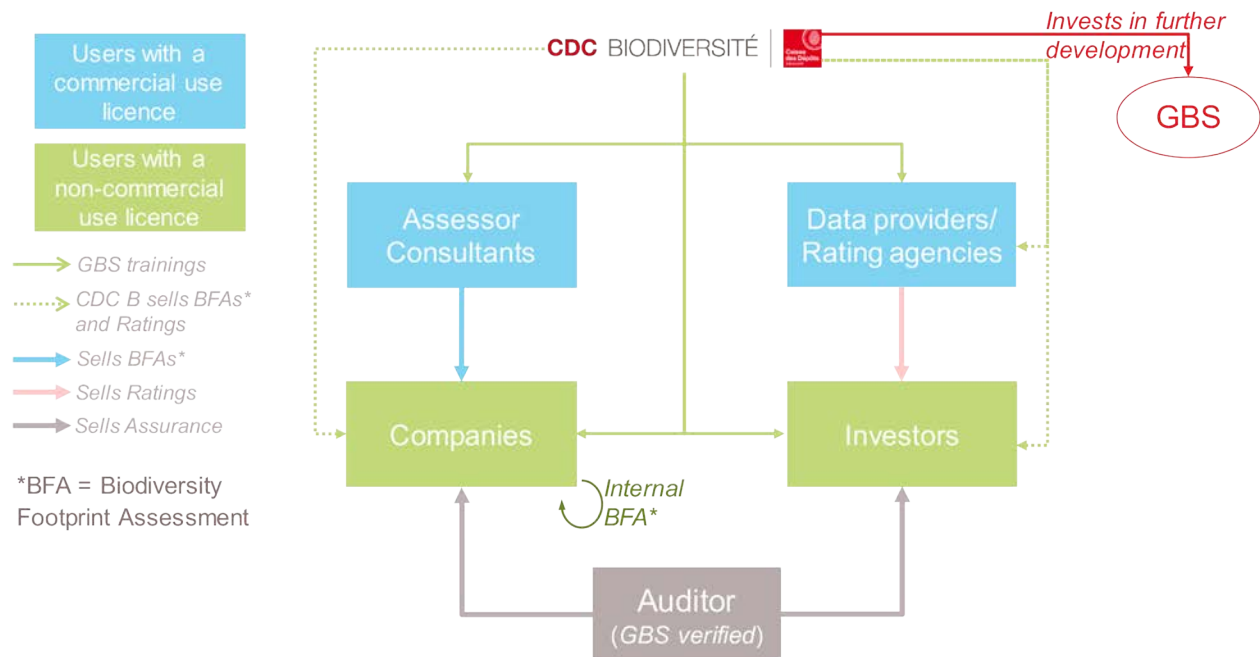


Figure 2 : Écosystème d'évaluation de l'empreinte de la biodiversité, le GBS.

cières dont le rôle est de s'assurer que les divulgations non financières (y compris basées sur les résultats de la BFA – *Biodiversity Footprint Assessment*) sont dignes de confiance.

En ce qui concerne cette dernière catégorie, les entreprises peuvent, à leur initiative, demander aux vérificateurs de se prononcer sur la qualité de leur BFA ; à ce sujet, CDC Biodiversité prévoit d'introduire un service de « vérification du GBS » afin d'assurer cette assurance de la qualité auprès des vérificateurs partenaires. Lorsque la divulgation des impacts les plus importants sur la biodiversité des entreprises deviendra obligatoire, ces vérifications de la qualité feront partie de l'assurance de la qualité courante effectuée par les vérificateurs non financiers. Les relations entre ces acteurs et le rôle joué par CDC Biodiversité dans l'écosystème émergent du GBS sont résumés dans la Figure 2 ci-dessus.

Selon l'utilisation attendue par les utilisateurs du GBS (usage commercial ou non, avec vente ou non de services), ils devront acheter une licence non commerciale ou commerciale.

CDC Biodiversité accueillera des formations GBS adaptées à chaque type d'acteurs susceptibles d'utiliser l'outil. Ces formations seront conçues pour faire en sorte que les agences de notation et les évaluateurs du GBS sachent comment utiliser de façon appropriée l'outil. Par conséquent, les stagiaires devraient passer un test à la fin de leur formation, et sera tenue à jour une liste d'évaluateurs certifiés SGB. Plus précisément, différents niveaux de formation devraient commencer en 2020 :

- Une formation de niveau 1 ciblera toute entité désireuse de comprendre comment établir un lien entre l'érosion de la biodiversité et ses activités économiques à l'aide de l'outil GBS. Cette formation comprendra, en particulier,

la définition du périmètre de l'empreinte biodiversité, l'acquisition d'une bonne maîtrise du processus de collecte des données et l'interprétation des résultats GBS. Elle durera une journée.

- Une formation de niveau 2 permettra aux participants de réaliser de manière autonome une mesure de l'empreinte biodiversité complète de n'importe quelle organisation, et recouvrira une compréhension en profondeur de l'outil GBS (données d'entrée, fonctionnement, résultats, composants, calculs...). Elle durera deux jours, mais exigera d'avoir au préalable achevé une formation de niveau 1.

Le GBS a été développé à partir du langage de programmation R. Les utilisateurs n'auront néanmoins pas besoin d'avoir une compréhension approfondie de ce langage pour pouvoir procéder à une évaluation de l'empreinte biodiversité de leur entreprise. Une interface utilisateur simplifiée créée grâce au logiciel RStudio peut en effet être utilisée pour effectuer une GBS BFA. Toutes les fonctions du SGB, les facteurs d'impact et des dossiers d'évaluation prêts à l'emploi seront disponibles par l'entremise d'un ensemble R.

Cadre post-2020 et mesure de l'empreinte biodiversité

Dans le cadre de la préparation de l'Accord de Paris (2015), les objectifs scientifiques ont joué un rôle clé afin d'établir l'atténuation du changement climatique comme priorité de gouvernance au niveau des États et des entreprises. Les objectifs quantitatifs permettent aux acteurs volontaires du secteur privé de mesurer, de surveiller et de s'entendre sur des objectifs cohérents avec une juste répartition entre eux des efforts nécessaires pour atténuer les effets du changement climatique. Ces objectifs ont la particularité de découler d'objectifs fixés à l'échelle planétaire, comme la limitation de la hausse des températures

à 2°C et son budget carbone associé, lequel fera l'objet d'une allocation à différents acteurs.

La limite planétaire de la perte de biodiversité est estimée à 72 MSA% (Lucas et Wiltng, 2018), alors que nous sommes aujourd'hui à 63 MSA% et que nous continuons à perdre environ 0,3 MSA% chaque année. Les nouveaux objectifs pour la période 2020-2030 seront fixés lors de la Conférence des Parties de la Convention sur la diversité biologique (COP15), qui se tiendra début 2021.

Au moment de la rédaction de cet article, le cadre post-2020 pour la biodiversité se concentre sur la négociation d'objectifs concernant : 1) l'état de la biodiversité, 2) les facteurs de perte de biodiversité et 3) l'élaboration des outils et des solutions nécessaires pour piloter l'action (CDB, 2019). En effet, si la définition des objectifs relatifs à l'état de la biodiversité sera nécessaire pour la décennie 2020-2030, elle ne pourra se concrétiser s'il n'est pas tenu compte des causes profondes du déclin de celle-ci, des causes directes comme indirectes. Par conséquent, préserver la biodiversité signifie réduire les facteurs de perte de biodiversité et permettre aux acteurs des secteurs privé et public de mener des actions favorables à celle-ci, sans pour autant être pénalisés sur le plan compétitif.

Dans ce contexte, le GBS est un outil d'autonomisation pour le secteur privé qui permet de traduire les objectifs internationaux en leviers pour lutter contre la perte de biodiversité.

Pour faire les bons choix de gouvernance et assurer un suivi des changements dans l'état de la biodiversité, nous avons besoin de mesures quantitatives et de disposer d'unités de mesure axées sur la biodiversité elle-même. Dans notre cas, la MSA est la mesure utilisée par l'outil GBS, évaluant l'intégrité écologique d'un écosystème donné au travers des unités MSA% ou MSA.m². Les mesures scientifiquement consensuelles disponibles aujourd'hui se concentrent soit sur l'intégrité écologique (indice d'intégrité de la biodiversité, MSA), soit sur l'état de conservation (indice de la Liste rouge), ou encore les tendances démographiques (indice planète vivante) (Mace *et al.*, 2018). Ces deux dernières mesures portent sur l'extinction des espèces et le déclin du plomb au travers des impacts des activités humaines sur la biodiversité, tandis que l'intégrité écologique se concentre sur les aspects de santé et de résilience des écosystèmes. Ces mesures sont donc complémentaires et devraient être utilisées en parallèle si nous voulons aborder correctement la question de la biodiversité.

Références

LUCAS Paul & WILTING Harry (2018), "Using Planetary Boundaries to Support National Implementation of Environment-Related Sustainable Development Goals", 2748, The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.

MACE Georgina M., BARRETT Mike, BURGESS Neil D., CORNELL Sarah E., FREEMAN Robin, GROOTEN Monique & PURVIS Andy (2018), "Aiming Higher to Bend the Curve of Biodiversity Loss", *Nature Sustainability* 1 (9): 448.

How to integrate biodiversity in economic and business decisions ⁽¹⁾

By **Simon BUCKLE**,

Head of the Climate, Biodiversity and Water Division in the OECD Environment Directorate

Katia KAROUSAKIS,

Programme Lead of the Biodiversity, Land Use and Ecosystems (BLUE) programme at the OECD

Edward PERRY

Policy Analyst in the Biodiversity, Land Use and Ecosystems (BLUE) programme at the OECD

and **Geraldine ANG**

Senior Policy Analyst on Green Finance and Investment at the OECD

Biodiversity and ecosystem services loss are resulting in massive costs to our environment, human health and well-being, and our economies. While efforts have been made to integrate biodiversity in economic decision-making, progress is still slow and not at a scale needed to ensure the required shifts to sustainable production and consumption patterns. Integrating biodiversity in decisions made by the business and financial sector have lagged even further behind. This article provides an overview of the status quo today, and key actions needed to better mainstream biodiversity in economic and business decisions.

Biodiversity: The current international context

Over the last 50 years, humanity has unleashed unprecedented technological change leading to economic growth that has raised living standards and pulled billions of people out of poverty. However, the increasing demand for energy, food, fibre, and water has come at a significant cost to planetary systems (Steffen *et al.*, 2015 [1]). The sheer scale of production and consumption, combined with systemic inefficiencies, misallocation of resources and waste, has resulted in rapid and widespread biodiversity loss, threatening the ecosystem services upon which life depends. The implications for human health and well-being, societal resilience and sustainable development are considerable. Biodiversity faces a wide range of anthropogenic pressures, notably land-use change, habitat loss and fragmentation (e.g. due to agricultural expansion), over-exploitation of natural resources (e.g. unsustainable logging, hunting and fishing), pollution (e.g. excess fertiliser

and pesticide use, marine litter), invasive alien species and climate change (Díaz *et al.*, 2019 [2] ; OECD, 2012 [3]). The recent Global Assessment by the Intergovernmental Panel on Biodiversity and Ecosystems services estimated nearly 1 million species are now at risk of extinction globally (Díaz *et al.*, 2019 [2]). At the same time, ecosystems such as forests, wetlands, mangroves and coral are being destroyed or damaged at unprecedented rates (OECD, 2019).

Addressing and reversing biodiversity loss requires ambitious domestic action by governments and non-state actors, amplified by strong international co-operation. In 2020, the Convention on Biological Diversity's (CBD) Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 and its 20 Aichi Biodiversity Targets will expire. Governments will convene for the 15th meeting of the Conference of the Parties to the CBD (COP15) to agree on a post-2020 global biodiversity framework. The decisions made will influence domestic goals and policies, and thus our collective ability to achieve not only Sustainable Development Goal (SDG) 14: Life Below Water and SDG 15: Life on Land, but also many of the other SDGs.

A fundamental challenge is to address the prevailing market and governance failures that are associated with the public good characteristics of biodiversity and ecosystem services. The total economic values provided by biodiversity and other forms of natural capital need to be integrated into economic, business and financial sector decision-making.

(1) This contribution draws on key messages from three publications: OECD (2019), *Biodiversity: Finance and the Economic and Business Case for Action*, OECD Publishing, Paris (<https://doi.org/10.1787/a3147942-en>); OECD (2020), *A Comprehensive Overview of Global Biodiversity Finance*; and OECD (2020), *Tracking Economic Instruments and Finance for Biodiversity – 2020*, OECD Publishing, Paris, <http://www.oecd.org/environment/resources/tracking-economic-instruments-and-finance-for-biodiversity-2020.pdf>. The additional opinions expressed and arguments employed herein do not necessarily reflect the official views of the member countries of the OECD.

Figure 1. Number of countries with biodiversity-related instruments

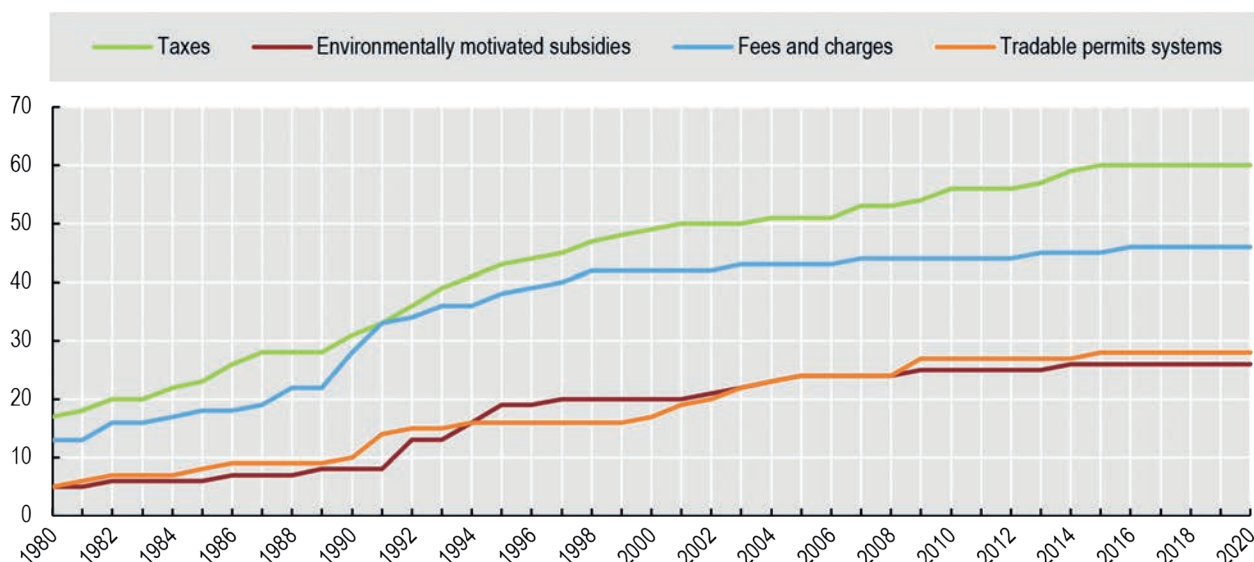
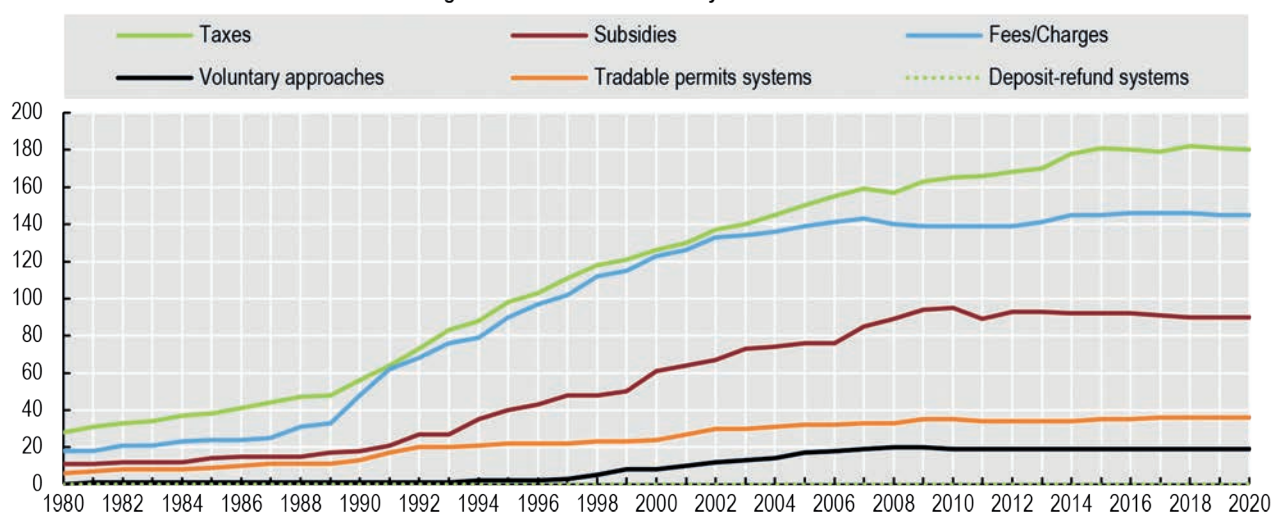


Figure 2. Number of biodiversity-related instruments in force



Source: OECD database on Policy Instruments for the Environment (PINE), <http://oe.cd/pine>

How to integrate biodiversity into economic decisions

Getting the prices right

Biodiversity is responsible for a myriad of ecosystem services upon which the economy and human well-being depend, such as the provision of clean water, fuel and fibre, nutrient cycling, climate regulation and pollination services. The total economic value of these benefits globally was estimated to be USD 125-140 trillion (US dollars) in 2011 (Costanza *et al.*, 2014 [4]). However, these benefits tend to be undervalued or unvalued in economic decisions. A key reason is market failures: the majority of ecosystem services are not priced in the market because they are public goods (e.g. flood protection provided by wetlands). As a result, economic actors have insufficient incentives to conserve and sustainably use biodiversity. The failure to adequately account for the total economic values of biodiversity in decision-making is one of the main contributing factors to its loss.

Economic instruments that put a price on the positive and negative biodiversity impacts (externalities) of economic activities can therefore play a critical role in biodiversity policy. Economic instruments, such as taxes, fees and charges, payments for ecosystem services and environmentally-motivated subsidies, provide an economic signal to encourage producers and consumers to safeguard biodiversity. They can also provide continuous incentives to achieve environmental objectives more cost-effectively, thereby fostering innovation.

Economic instruments have played an increasing role in biodiversity policy in recent decades; the number of applications for pollution control and natural resource management has increased considerably, and the variety of policy instruments in use has grown. For example, at least 206 biodiversity-relevant taxes are in force today, spanning 59 countries (OECD, 2020 [5]). This is approximately a four-fold increase in the number of biodiversity-relevant taxes and a doubling in the number of countries with biodiversity-relevant taxes, since 1990

(see Figures 1 and 2). Biodiversity-relevant fees and charges, tradable permit systems, and biodiversity-relevant positive subsidies have also been on the rise. Other instruments such as payments for ecosystem services and biodiversity offsets have also become more widespread. For example, more than 100 countries have laws or policies in place that require or enable the use of biodiversity offsets, or are currently considering them, up from around 10 in 1990 (OECD, 2016 [6]).

Despite some progress to scale up the use of economic instruments, addressing biodiversity loss will require much more ambitious and wide-reaching application of economic instruments. While environmentally related taxes have been growing, they remain modest compared to labour taxes and their contribution to countries' total tax revenues has decreased since 1995. In OECD countries, for example, revenue generated from biodiversity-relevant taxes is USD 7.5 billion a year, only 0.92% of the total revenue from other environmentally-relevant taxes (average 2016-2018) (OECD, 2020 [5]).

Reform subsidies harmful to biodiversity

Meanwhile, many activities harmful to biodiversity are subsidised by taxpayers. Governments spend approximately USD 500-600 billion per year in support that is potentially harmful to biodiversity (OECD, 2019 [7]) (OECD-IEA, 2020 [8]), which is at least five times more than total public and private spending for biodiversity protection (conservation and sustainable use). Fossil fuel support and some forms of agriculture support account for the majority of this harmful spending. Fossil fuel support can incentivise the use and production of fossil fuels, thereby contributing to climate change – the third largest direct driver of global biodiversity loss (Díaz *et al.*, 2019 [2]). In 2017, 76 predominantly OECD and G20 economies spent USD 340 billion in fossil fuel support (OECD/IEA, 2019 [9]).

Agriculture support based on prices and output levels is potentially most environmentally harmful compared to other forms of agriculture support, as it encourages intensification of production, which entails higher levels of fertiliser and pesticide use. In 2017, OECD countries provided USD 228 billion in support to farmers, of which USD 116 billion (i.e. 51%) is considered potentially most environmentally harmful compared to other types of support (OECD, 2019 [10]). While the percentage of overall support to farmers that is potentially most environmentally harmful has declined considerably since 1990, it has remained relatively constant over the past decade.

Reforming environmentally harmful support is therefore key for the conservation and sustainable use of biodiversity. Several countries have taken action in this regard. Switzerland, for example, has reformed its agricultural policy to ensure that current subsidies target more biodiversity-friendly purposes (OECD, 2017 [11]). However, reforming subsidies (and introducing taxes or other economic instruments) can be challenging, as political-economy factors, such as competitiveness concerns and vested interests, can create barriers to reform in some countries.

In Switzerland, there was considerable resistance to the 2014-17 subsidy reform from some sections of the farming community who were concerned the reforms would result in a loss of income (OECD, 2017 [11]).

A range of approaches exist to overcome political economy barriers, as outlined in OECD (2017 [11]). These include, for example, ensuring broad stakeholder engagement in policy process, establishing a solid and clearly communicated evidence base, and targeted measures to address potential distributional and competitiveness impacts.

How to integrate biodiversity into business and financial sector decisions

There is a strong business case for scaling up action on biodiversity

The biodiversity challenge has very different economic, financial, political and social characteristics to that of addressing climate change. This has consequences for the type of actions by business and finance that will be most effective in addressing biodiversity and ecosystem services loss. In particular, in the case of biodiversity, the dependencies of businesses and societies on biodiversity and the impacts of business and finance on biodiversity are the priority areas to address, rather than the financial risks incurred during a transition process (OECD, 2019 [12]).

Business and financial organisations can have adverse impacts on biodiversity and ecosystem services through their operations, supply chains and investment decisions. Over 93% of the world's marine fish stocks monitored by the FAO are now fully exploited, overexploited or depleted (FAO, 2020 [13]). And the garment and footwear sector is responsible for about 20% of global wastewater (UNECE, 2018 [14]). Business impacts on biodiversity can result in "responsible business conduct" risks to society and the environment ("social and environmental materiality").

Business and financial organisations also depend on biodiversity and ecosystems services for the production of goods and services. The agricultural sector for instance depends on pollination services: USD 235-577 billion worth of annual global food production relies on the direct contribution of pollinators (IPBES, 2016 [1]). Coral reefs alone generate USD 36 billion per year for the global tourism industry (Spalding *et al.*, 2017 [15])⁽²⁾.

Biodiversity impacts and dependencies create risks to business and financial organisations ("financial materiality"). Relevant risks include *ecological risks*, i.e. operational risks related to biodiversity impacts and resource dependency, scarcity and quality; *liability risks*, i.e. risk of

(2) Including long-term viability of business models; cost savings and increases in operational efficiency; increased market shares; new business models, markets, products and services; and better relationships with stakeholders. Biodiversity loss can also have direct implications on business operations and value chains, e.g. by increasing input costs.

legal suits; *regulatory risks*; *reputational* and *market risks*, linked to stakeholders' pressures or preferences changes; and *financial risks* (OECD, 2019 [12]). The conservation, sustainable use and restoration of biodiversity can also provide significant business opportunities ⁽³⁾.

Mobilising businesses and the financial sector in support of biodiversity action

The private sector's awareness of and commitment to biodiversity action however, remain too limited, despite some forward-thinking companies' growing awareness of the importance of biodiversity. A few businesses, investors and regulators are beginning to recognise that biodiversity loss and degradation can create a "material" risk to the profitability of businesses and investors (DNB/PBL, 2020 [16]) (DNB, 2019 [17]) (AXA and WWF, 2019 [18]) (Unilever, 2019 [19]) ⁽⁴⁾. A few companies have adopted industry-led commitments and launched various biodiversity initiatives, such as Act4Nature or Business for Nature. Despite growing momentum and a few initiatives like the Natural Capital Financial Alliance (NCFA), financial organisations remain less engaged for biodiversity than businesses, and much less engaged for biodiversity than for climate change. Assessments and evaluations of biodiversity impacts on and dependencies from nature by the private sector also remains limited (OECD, 2019 [12]).

The financial sector, in close co-ordination with businesses, needs a common framework for measuring and integrating biodiversity factors across key dimensions of business and investment decision-making. Business and financial actors need the tools, metrics and methodologies to be able to integrate biodiversity factors in business and investment decision-making. Several targets (e.g. no net loss), indicators and accounting approaches are available to help businesses understand, measure and account for their biodiversity impacts and dependencies, as well as associated costs, risks and opportunities, across business activities (e.g. risk management) and organisational levels (e.g. site, product, supply chain, corporate and portfolio) ⁽⁵⁾.

Policy makers, businesses, financial institutions and civil society acting together can also strengthen the business case for biodiversity and ecosystem services. Domestically, multiple opportunities exist for policy makers to encourage business and financial organisations to scale up action

on biodiversity, in co-operation with other stakeholders ⁽⁶⁾. Internationally, the main priority is to provide the financial sector, in collaboration with businesses, with an attractive framework to understand their impacts, dependencies and risks on nature through a collaborative platform that benefits from their expertise and inputs as well as that of academia, government, civil society, international organisations and other stakeholders. Alongside another report by WWF and AXA (AXA and WWF, 2019 [18]), the OECD's report to the G7 Environment in 2019 recommended the creation of a multi-stakeholder advisory group on biodiversity, business and finance, to develop consensus among stakeholders on a common approach for measuring and integrating biodiversity factors (impacts, dependencies, risks and opportunities) in business and investment decisions and to develop guidance to support due diligence by the private sector in relation to biodiversity (OECD, 2019 [12]). Such a common approach (through the launch of an advisory group or taskforce) could be based on:

- A methodology for assessing biodiversity factors across operations, supply chains and portfolios: this would build on common ground across existing accounting approaches, to aggregate the measurement of biodiversity impacts at the corporate level and harmonise it at the portfolio level. A common protocol with harmonised metrics for measuring biodiversity factors is missing and more challenging to establish than metrics for greenhouse gas emissions.
- A framework to mainstream biodiversity impacts, dependencies and risks across key dimensions of investment decisions, including: strategy, governance, risk management, impact assessment, due diligence, reporting and disclosure, and metrics and targets. The initiative could build on the *OECD Guidelines for Multinational Enterprises* and *OECD Due Diligence Guidance for Responsible Business Conduct* to develop a set of practical actions on due diligence and biodiversity in support of efforts by businesses ⁽⁷⁾. In their communiqué in May 2019, G7 Environment Ministers reiterated their commitment to "continue to promote the implementation of the *OECD Guidelines for Multinational Enterprises* and encourage the use of the *OECD Due Diligence Guidance*

(6) Including through: requiring business and financial organisations to publish long-term plans factoring in the assessment and management of biodiversity; encouraging businesses, investors, issuers and other financial stakeholders to adopt biodiversity goals and targets (e.g. no net loss, or no significant harm); mainstreaming quantitative biodiversity assessments in reporting requirements (e.g. the EU Non-Financial Reporting Directive and its guidelines), impact assessments and risk-management tools; setting policies promoting improved due diligence for responsible business conduct (e.g. France's 2017 Duty of Vigilance Law), drawing on OECD Due Diligence Guidance for Responsible Business Conduct; raising awareness among financial regulators of the systemic implications of biodiversity factors, which do not only have local impacts; and harnessing the momentum and visibility of the SDGs and climate action among business and financial organisations to raise awareness on biodiversity and ecosystem services.

(7) All 37 OECD countries, and 9 non-OECD countries have adhered to the Guidelines. They have committed to asking businesses, investors and issuers to follow it in order to identify, prevent and address adverse impacts on biodiversity, and to regularly report on these efforts and their outcomes OECD, 2011 [31]) (OECD, 2018 [30]).

(3) The global organic food and beverage market, for instance, is expected to grow 16% per year, to reach USD 327 billion by 2022; See Table 4.2 (OECD, 2019 [12]).

(4) De Nederlandsche Bank (DNB, the Dutch central bank) and PBL Netherlands Environmental Assessment Agency released in June 2020 a joint study concluding that the financial sector is exposed to risks as a result of biodiversity loss (DNB/PBL, 2020 [16]). Previously, DNB had already identified specific risk channels through which biodiversity loss can have an impact on the solidity of financial institutions investors (DNB, 2019 [17]).

(5) Such as the Global Biodiversity Score by CDC Biodiversité, the LIFE Impact Index or the Product Biodiversity Footprint; see (Lammerant *et al.*, 2019 [29]) (OECD, 2019 [7]).

for Responsible Business Conduct among business, and continue to collaborate with businesses to use this guidance to identify, prevent and address adverse impacts on biodiversity”⁽⁸⁾.

Opportunities to scale up action for biodiversity

The situation is urgent but not without hope. Multiple opportunities exist to integrate biodiversity into economic and business decisions. These actions are critical if the current trends of biodiversity and ecosystem services loss are to be reversed. Key action items include (OECD, 2019 [12]):

- Pursue and advocate for a clear, effectively structured and operational post-2020 global biodiversity framework that catalyses effective international action to halt and reverse biodiversity loss. Specific and measurable targets, for all stakeholders, will be key.
- Scale up policy instruments for biodiversity and get the economic incentives right.
- Scale up and align finance for biodiversity from all sources, public and private, including from the financial sector.
- Strengthen biodiversity finance reporting and tracking frameworks.
- Reform subsidies harmful to biodiversity.
- Facilitate integration of biodiversity by businesses and financial organisations.
- Assess and communicate socio-economic dependencies and impacts on biodiversity at geographic scales relevant to decision makers.

References

[18] AXA & WWF (2019), “Into the wild – Integrating nature into investment”, strategies.

[23] BENNETT G., GALLANT M. & TEN KATE K. (2017), *State of Biodiversity Mitigation 2017: Markets and Compensation for Global Infrastructure Development*, http://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2018/01/doc_5707.pdf

[4] COSTANZA R. *et al.* (2014), “Changes in the global value of ecosystem services”, *Global Environmental Change*, vol. 26, pp. 152-158, <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>

[2] DÍAZ S. *et al.* (eds.) (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*, IPBES secretariat, Bonn Germany.

[17] DNB (2019), *Values at risk? Sustainability risks and goals in the Dutch financial sector*, https://www.dnb.nl/en/binaries/Values%20at%20Risk%20-%20Sustainability%20Risks%20and%20Goals%20in%20the%20Dutch_tcm47-381617.pdf (accessed on 15 April 2019).

[16] DNB/PBL (2020), *Indebted to nature: Exploring the biodiversity risks for the Dutch financial sector*, De Nederlandsche Bank (DNB), <https://www.dnb.nl/en/news/news-and-archive/dnbulletin-2020/dnb389169.jsp> (accessed on 24 June 2020).

[13] FAO (2020), *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*, <http://dx.doi.org/10.4060/ca9229en>

[28] FAO (2018), *General situation of world fish stocks*, <http://www.fao.org/newsroom/common/ecg/1000505/en/stocks.pdf> (accessed on 15 April 2019).

[32] G7 Environment (2019), G7 Environment Ministers’ Meeting, Communiqué.

[26] KAROUSAKIS K. (2018), “Evaluating the effectiveness of policy instruments for biodiversity: Impact evaluation, cost-effectiveness analysis and other approaches”, *OECD Environment Working Papers*, n° 141, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/ff87fd8d-en>

[29] LAMMERANT Johan *et al.* (2019), “Background discussion paper for the Technical Workshop on Biodiversity Accounting Approaches for Business”, 26-27 March, Brussels.

[5] OECD (2020), *Tracking Economic Instruments and Finance for Biodiversity 2020*, <http://www.oecd.org/environment/resources/tracking-economic-instruments-and-finance-for-biodiversity-2020.pdf>

[12] OECD (2019), *Biodiversity: Finance and the Economic and Business Case for Action*, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/a3147942-en>

[7] OECD (2019), *Biodiversity: Finance and the Economic and Business Case for Action – Annexes to the Report*.

[22] OECD (2019), *Database on Policy Instruments for the Environment (PINE)*, <https://pinedatabase.oecd.org/>

[10] OECD (2019), *Producer and Consumer Support Estimates*, OECD Agriculture statistics (database), <http://dx.doi.org/10.1787/agr-pcse-data-en>

[30] OECD (2018), *OECD Due Diligence Guidance for Responsible Business Conduct*.

[21] OECD (2018), *Tracking Economic Instruments and Finance for Biodiversity*, Paris.

[11] OECD (2017), *The Political Economy of Biodiversity Policy Reform*, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/9789264269545-en>

[24] OECD (2016), “Agricultural support estimates (Edition 2016)”, OECD Agriculture Statistics (database), <https://dx.doi.org/10.1787/83ff9179-en> (accessed on 23 May 2019).

[6] OECD (2016), *Biodiversity Offsets: Effective Design and Implementation*, OECD Publishing, <https://doi.org/10.1787/9789264222519-en>

[25] OECD (2013), *Policy Instruments to Support Green Growth in Agriculture*, OECD Green Growth Studies, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/9789264203525-en>

[3] OECD (2012), *OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction*, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/9789264122246-en>

[31] OECD (2011), *OECD Guidelines for Multinational Enterprises*, 2011 Edition, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/9789264115415-en>

[9] OECD/IEA (2019), *Update on recent progress in reform of inefficient fossil-fuel subsidies that encourage wasteful consumption*, <https://oecd.org/fossil-fuels/publication/OECD-IEA-G20-Fossil-Fuel-Subsidies-Reform-Update-2019.pdf>

[8] OECD-IEA (2020), *Rising fossil fuel support poses a threat to building a healthier and climate-safe future*, <http://www.oecd.org/fossil-fuels/data/> (accessed on 24 June 2020).

[20] SCBD (2014), *Global Biodiversity Outlook 4, Secretariat of the Convention on Biological Diversity*, Montreal, <http://www.emdashdesign.ca> (accessed on 30 March 2019).

(8) They noted one of the conclusions of the OECD report “on developing a set of practical actions on due diligence and biodiversity to support efforts by business” (G7 Environment, 2019 [32]).

[15] SPALDING M. *et al.* (2017), "Mapping the global value and distribution of coral reef tourism", *Marine Policy*, vol. 82, pp. 104-113, <http://dx.doi.org/10.1016/J.MARPOL.2017.05.014>

[1] STEFFEN W. *et al.* (2015), "Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet", *Science*, vol. 347/6223, pp. 1259855-1259855, <http://dx.doi.org/10.1126/science.1259855>

[14] UNECE (2018), *Fashion is an environmental and social emergency, but can also drive progress towards the Sustainable Development Goals*, <https://www.unece.org/info/media/news/forestry-and-timber/2018/fashion-is-an-environmental-and-social-emergency-but-can-also-drive-progress-towards-the-sustainable-development-goals/doc.html> (accessed on 15 April 2019).

[19] Unilever (2019), *Defining our material issues*, <https://www.unilever.com/sustainable-living/our-approach-to-reporting/defining-our-material-issues/> (accessed on 15 April 2019).

[27] WUNDER S. (2014), "Revisiting the concept of payments for environmental services", *Ecological Economics*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.08.016>

Further reading

Find out more about the OECD work on biodiversity and green finance here:

<http://www.oecd.org/environment/resources/biodiversity/>
<https://www.oecd.org/cgfi/>

Que faire pour la biodiversité ?

Par Bernard CHEVASSUS-AU-LOUIS

Humanité et Biodiversité

Dès le milieu du XIX^e siècle, notre pays a pris des initiatives pour protéger des éléments remarquables de la nature. Ces actions ont pris de l'ampleur dans la seconde moitié du XX^e siècle et, à la suite de la Conférence de Rio de 1992, qui a consacré l'émergence du concept de biodiversité, se sont étendues à l'ensemble de notre patrimoine naturel et de ses usages. En dépit de ces efforts, l'érosion de la biodiversité se poursuit, même si certaines réussites témoignent du caractère non inéluctable de cette érosion.

Alors que seront définies en 2021 de nouvelles stratégies décennales, à la fois au niveau international et dans les différents États, quelles leçons peut-on tirer de cette déjà longue histoire de la protection de la nature, pour parvenir enfin à stopper cette érosion et à initier une dynamique positive ?

Introduction

La France a été parmi les premiers pays développés à prendre conscience de la nécessité de protéger son patrimoine naturel. Cependant, les principaux indicateurs actuels témoignent de l'incapacité de notre pays – jusqu'à présent –, à stopper l'effondrement de sa biodiversité.

Alors que de nouvelles stratégies pour la période 2021-2030 sont en cours d'élaboration à différents niveaux – international, européen, national et régional – nous nous proposons dans cet article de retracer l'histoire de ces politiques en faveur de la protection de notre patrimoine naturel et d'en tirer quelques leçons pour ces futures stratégies ⁽¹⁾.

Un bilan globalement négatif..., mais non inéluctable

La France figure parmi les dix pays abritant le plus grand nombre d'espèces menacées au monde, ce qui lui confère une forte responsabilité en matière de biodiversité. Pourtant, elle n'a pas atteint à ce jour l'objectif assigné il y a bientôt trente ans par la Convention sur la diversité biologique d'assurer sa conservation durable. Dans l'Hexagone, trois quarts des habitats d'intérêt communautaire sont dans un état défavorable et une espèce animale sur quatre est menacée. La situation est encore plus préoccupante en Outre-Mer.

En outre, comme l'a souligné le récent rapport de l'IPBES ⁽²⁾, présenté à Paris en 2019, les différentes pres-

sions affectant la biodiversité – surexploitation, destruction des habitats, pollutions, introduction d'espèces exotiques envahissantes – perdurent. À ces pressions toujours présentes s'ajoutent les premiers effets des dérèglements climatiques, qui, outre leurs effets propres, contribueront à amplifier l'effet de ces pressions ⁽³⁾.

Au sein de ce bilan global très négatif, des succès existent cependant, montrant que cette érosion de la biodiversité n'est pas une fatalité. Ainsi, la simple protection de nombreuses espèces a eu des effets majeurs : hérons, cigognes et de nombreux rapaces sont à nouveau abondants dans les airs ; la loutre et le castor ont pu reconquérir nos rivières grâce à l'amélioration de la qualité des eaux et à l'interdiction du piégeage.

Comment expliquer ces résultats contrastés, fruits de plusieurs décennies de politiques publiques ?

Le temps des pionniers

On fait souvent remonter les politiques mondiales de protection de la biodiversité à la signature à Rio, en 1992, de la Convention sur la diversité biologique. Cependant, bien avant l'apparition de ce terme, des actions importantes d'acteurs publics ou privés ont été initiées pour protéger la « nature ».

Ainsi, dès le milieu du XIX^e siècle, la volonté de protéger des éléments remarquables de la nature, en particulier des paysages, s'est traduite par des initiatives concrètes dans notre pays, comme la « Série artistique de Fontainebleau », créé à l'initiative des peintres de l'École de Barbi-

(1) Ce texte présente de manière synthétique les principales analyses du document « Pour que vive la nature », publié en mai 2020 par un collectif de 14 ONG. Ce document est téléchargeable à : <https://www.fne.asso.fr/communiqués/pour-que-vive-la-nature-le-guide-pour-agir-de-14-ong>

(2) On peut en consulter une synthèse à : <https://www.fondationbiodiversite.fr/evaluation-mondiale-de-la-biodiversite-et-des-services-ecosystemiques-les-principaux-messages-de-levaluation-ipbes/>

(3) Pour une analyse plus détaillée des liens entre biodiversité et changements climatiques, voir CHEVASSUS-AU-LOUIS B. & BADRÉ Michel (2015), « Changements climatiques et biodiversité : comment construire des stratégies "sans regrets" ? », *Revue H&B*, n°2, pp. 111-122, http://www.humanite-biodiversite.fr/files/H_B-REVUE2-Article11.pdf

zon en 1861 (avant la création – souvent citée – du Parc de Yellowstone aux États-Unis, en 1972).

Cependant, au cours de la première moitié du XX^e siècle, ce sont principalement dans les colonies françaises qu'une politique publique de création d'espaces protégés se développe, avec une préoccupation relevant plus de l'attractivité touristique ou cynégétique que de la protection de la nature.

Enfin, dès la fin de la Seconde Guerre mondiale, la création de l'UICN (Union internationale pour la conservation de la nature) en 1948, à Fontainebleau, témoignent de la volonté de notre pays de s'impliquer dans ces enjeux.

1960-1990 : le temps de l'État

Les décennies 1960 et 1970 ont été marquées par un fort développement de la politique de création d'aires protégées, mais aussi par des mesures fortes visant à protéger l'environnement.

Les parcs nationaux, institués par la loi du 22 juillet 1960, ont constitué un tournant majeur. Mais plusieurs autres dispositifs d'intervention ont ensuite été mis en place : les réserves naturelles nationales, dont la première a été créée en 1961 ; les parcs naturels régionaux (PNR), instaurés par un décret du Général De Gaulle du 1^{er} mars 1967 ; le Conservatoire du littoral, créé en 1975, dont l'objectif était d'acquérir un tiers du littoral français afin qu'il ne soit pas construit ou artificialisé ; ou les réserves biologiques en milieu forestier, créées en 1981.

Sur le plan législatif, mentionnons également :

- La loi sur l'eau du 16 décembre 1964 pour lutter contre la pollution des eaux. Cette loi mettait en place des établissements publics dédiés à cette mission, les agences financières de bassin (devenues ensuite « agences de l'eau ») et leur affectait des ressources propres fondées sur le principe pollueur-payeur.
- La loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature, qui instaurait également plusieurs nouveaux dispositifs, en particulier les « réserves naturelles volontaires » (RNV), pouvant être créées par l'État sur proposition de propriétaires privés, et les « espaces naturels sensibles » (ENS), définis comme des espaces « dont le caractère naturel est menacé et rendu vulnérable ».

Enfin, des efforts notables ont été déployés pour mieux connaître notre patrimoine naturel, en particulier le lancement en 1982 de l'inventaire national des ZNIEFF (zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique) visant à repérer sur notre territoire, à partir des connaissances naturalistes disponibles, des zones particulièrement riches en espèces de faune et de flore sauvages.

1960-2000 : conventions internationales et directives européennes

En même temps que se déployait cette dynamique en France, diverses conventions internationales, toutes signées par la France – même s'il a fallu parfois plusieurs années pour y parvenir –, ont défini des mesures de protection de la biodiversité et de ses habitats. Citons en particulier la convention relative aux zones humides d'impor-

tance internationale dite « Convention Ramsar » (1971) et celle sur la préservation de la flore et de la faune sauvages, dite « Convention de Berne » (1979), adoptée sous l'égide du Conseil de l'Europe.

Mentionnons également les initiatives de l'UNESCO, en particulier le lancement en 1971 du programme MAB sur l'homme et la biosphère, qui a invité les pays membres à créer des « réserves de biosphère ».

De manière plus déterminante, car s'imposant aux États membres sous peine de sanctions, plusieurs directives ont été élaborées par l'Union européenne pendant cette période. Deux d'entre elles, la directive « Oiseaux » de 1979 et la directive « Habitats » de 1992 ont invité les États membres à désigner sur leur territoire des zones à protéger pour former un « réseau écologique », plus connu sous le nom de « réseau Natura 2000 ».

Deux autres directives visant à réduire la pollution des milieux naturels méritent également d'être mentionnées, la directive « Nitrates » de 1991 sur la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole et la directive-cadre sur l'eau de 2000, qui fixait des objectifs précis pour atteindre le « bon état écologique » des eaux superficielles dans un délai de quinze à vingt ans.

1980-2015 : la montée en puissance des collectivités territoriales

Jusqu'aux premières lois de décentralisation de 1982 accordant aux régions des prérogatives et des capacités d'intervention, les politiques publiques décrites ci-dessus étaient essentiellement définies, financées et mises en œuvre par l'État. Cependant, diverses dispositions avaient prélué à cette reconnaissance officielle du rôle des collectivités territoriales.

On peut citer en particulier le dispositif des comités de bassin, instances consultatives associant les collectivités territoriales et placées auprès des agences de bassin par la loi de 1964. De même, en 1975, la création des parcs naturels régionaux a été laissée à l'initiative des régions, l'État conservant son rôle de validation de ces propositions.

Autre exemple, les départements ont été autorisés en 1985 à prélever la TDENS pour acquérir et gérer les espaces naturels sensibles, et les régions ont également été invitées, en 2002, à créer des réserves naturelles régionales.

Signalons enfin que la loi du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles (MAPTAM) a désigné les régions comme « chefs de file » de l'action des collectivités territoriales en matière de biodiversité. Cependant, cette fonction de coordination ne s'est pas traduite par des mesures concrètes permettant aux régions de mobiliser des moyens incitatifs.

La Conférence de Rio de 1992 marque une étape importante

Vingt ans après la première grande Conférence internationale sur l'environnement, qui s'est tenue à Stockholm sous l'égide des Nations Unies, la Conférence de Rio de 1992 a marqué un tournant important dans la protection de

la nature. En premier lieu, parce qu'elle reprend et officialise le terme de « biodiversité », mais surtout parce qu'elle impose dans tous les esprits la préservation de l'environnement comme une composante incontournable (l'un des trois « piliers ») d'un développement vraiment durable.

En conséquence, la Convention de Rio relative à la diversité biologique invite à considérer désormais les enjeux de la biodiversité sur l'ensemble de la planète, y compris dans les territoires où se développent d'importantes activités humaines, et donc nécessairement en y impliquant les acteurs de ces territoires.

En écho à cette invitation, les décennies suivantes ont vu dans notre pays un foisonnement de réformes législatives, plans, programmes et stratégies visant l'ensemble de la biodiversité ou certaines de ces composantes. Un inventaire exhaustif serait fastidieux et nous n'en citerons que quelques-uns :

- L'adoption en 1995 de la loi relative au renforcement de la protection de l'environnement, dite « loi Barnier », qui consacre certains principes généraux du droit de l'environnement, notamment issus du droit international et communautaire.
- Le lancement en 1996 des premiers « plans nationaux d'actions » en faveur d'espèces ou de groupes d'espèces menacées.
- L'élaboration par le gouvernement de la première « Stratégie nationale pour la biodiversité » pour la période 2004-2010. Elle comporte essentiellement dix « plans d'action sectoriels » élaborés par les différents ministères concernés (à l'exception notable des ministères de la Santé et de l'Éducation nationale). À noter que, dans cette période, de nombreuses régions ont également élaboré des stratégies pour leur territoire.
- La loi du 14 avril 2006 sur les espaces protégés, qui réforme la gouvernance des parcs nationaux pour y associer les collectivités territoriales, adapte la base législative des parcs naturels régionaux et instaure pour le milieu marin une formule similaire, les parcs naturels marins.
- Le « Grenelle de l'Environnement » de 2007, qui popularise les notions de « trame » et de « réseau écologique », comme outil de restauration et de protection de la biodiversité et d'aménagement du territoire. Ce dispositif connu sous le nom de « trame verte et bleue » a été traduit dans les régions par les « schémas régionaux de cohérence écologique » (SRCE).

Presque vingt ans après Rio, Aïchi essaye de relancer la dynamique

Cependant, au terme de la première Stratégie nationale pour la biodiversité, en 2010, force est de constater que, tant en France que dans le reste du monde, la biodiversité poursuit son effondrement. De nouvelles initiatives sont alors prises.

Au niveau international, les « Objectifs d'Aïchi », approuvés en 2010 dans le cadre de la 10^{ème} Conférence des parties de la Convention sur la diversité biologique, ont proposé un nouveau cadre d'action aux pays signataires pour la période 2011-2020.

En réponse, une nouvelle Stratégie nationale pour la biodiversité (SNB2) est mise en chantier en 2010 dans notre pays. À la différence de la précédente, l'ambition est désormais de mobiliser tous les acteurs de la société (collectivités, associations, entreprises...) *via* des engagements volontaires évalués par un collectif et faisant l'objet d'une reconnaissance officielle. Lancée officiellement en mai 2011, cette nouvelle stratégie a présenté dès son lancement deux points faibles : d'une part, un engagement limité de l'État⁽⁴⁾, tant en termes d'engagements propres que de pédagogie, d'animation, de soutien politique au plus haut niveau pour mobiliser les différents ministères et, d'autre part, une absence de moyens concrets pour encourager les initiatives de différents acteurs.

Cette décennie a également vu l'adoption, en juillet 2016, d'une nouvelle « loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages ». Elle comporte de nombreuses dispositions nouvelles et importantes, en particulier l'instauration, d'une part, de nouveaux opérateurs dédiés à l'action en faveur de la biodiversité, l'Agence française pour la biodiversité au niveau national⁽⁵⁾ et les agences régionales de la biodiversité, et, d'autre part, de nouvelles instances consultatives associant tous les acteurs concernés (collectivités, acteurs économiques, associations...), le Comité national de la biodiversité et les comités régionaux de la biodiversité.

Enfin, avant même la fin de la SNB2, fut lancé en 2018 le « plan Biodiversité » qui se proposait de mobiliser davantage l'ensemble des treize ministères concernés, mais aussi les acteurs de la société civile, et de coordonner leurs actions, afin d'« accélérer la mise en œuvre de la Stratégie nationale pour la biodiversité ». Cependant, malgré les ambitions affichées, ce plan ne mobilisait pas de moyens nouveaux, les 600 millions d'euros annoncés pour sa réalisation provenant, pour l'essentiel, de prélèvements sur les budgets des agences de l'eau.

Le poids déterminant des stratégies sectorielles

Un élément majeur peut expliquer, au moins en partie, l'échec de ces actions : il s'agit des politiques sectorielles à l'origine des pressions sur la biodiversité.

En effet, alors que se déployaient des dispositifs de protection de la biodiversité, d'autres politiques sectorielles, dans les domaines de l'urbanisme, des transports, de l'agriculture ou de l'énergie, souvent initiées depuis longtemps et s'appuyant sur des moyens, notamment budgétaires, autrement plus importants, demeuraient à l'œuvre. Il est apparu progressivement, mais surtout dès la fin des années 1960⁽⁶⁾, que ces politiques ont eu, et ont toujours, des conséquences souvent négatives, involontaires ou délibérées, sur l'environnement et que de nombreux financements liés à ces politiques avaient des effets néfastes sur la biodiversité.

(4) Lors de la présentation de la SNB2, l'État n'a dévoilé ses actions que pour les années 2011 à 2013.

(5) Devenue en janvier 2020, l'Office français de la biodiversité, intégrant l'Office national de la chasse et de la faune sauvage.

(6) Voir, par exemple, le rapport du Club de Rome, « Halte à la croissance », publié en 1972.

Même aujourd'hui, certaines politiques climatiques se définissent sans beaucoup d'égards pour la biodiversité et les paysages, qu'il s'agisse de l'éolien, du photovoltaïque, des micro-centrales, des agro-carburants ou de l'exploitation de la biomasse forestière.

Plutôt que de chercher à « compenser » par des politiques publiques de protection de la biodiversité les conséquences néfastes de ces autres politiques publiques, il apparaît bien plus indispensable de s'attaquer résolument, comme nous y invitait dès 1992 la Convention de Rio, à leur réorientation et de commencer en stoppant l'octroi des subventions et exonérations fiscales défavorables à la biodiversité.

Quel bilan tirer ?

Que peut-on retenir de ces décennies de politiques publiques menées en faveur de la biodiversité ?

Tout d'abord, incontestablement, les enjeux de protection de la nature et de la biodiversité sont aujourd'hui mieux identifiés et sont repris dans les discours des acteurs socio-économiques ou politiques. Même s'il y a loin entre l'appropriation des concepts et la mise en place d'actions concrètes à la hauteur des enjeux, il faut considérer cette appropriation comme un point positif.

On constate ensuite que la « boîte à outils » pour agir, au travers de divers dispositifs réglementaires ou contractuels, est désormais bien garnie. Plus que jamais, elle est largement suffisante pour permettre la traduction concrète d'une volonté politique.

Il en est de même pour les instances consultatives ou de concertation entre les différents acteurs, qu'elles soient entièrement dédiées à la biodiversité ou à mandat plus large (comme le Conseil économique, social et environnemental) : ce dispositif consultatif est en place et mobilise effectivement l'ensemble des acteurs ; il convient donc de l'utiliser pleinement et de prendre en compte ses avis.

En revanche, contrastant avec ce développement important des outils et des dispositifs de gouvernance, peu de moyens nouveaux, tant humains que matériels, ont été mobilisés au cours de cette période pour renforcer les actions, ce qui a conduit à alimenter cette politique par des redéploiements de ressources déjà affectées à la protection de l'environnement. Aucun modèle économique de financement des besoins pour la biodiversité n'a donc émergé.

Autre constat, on dispose aujourd'hui d'un inventaire assez complet des espèces et milieux devant faire l'objet de mesures de protection. Il convient certes de l'améliorer, en particulier dans sa précision spatiale et dans son suivi temporel, mais il constitue un « réservoir » important de mesures possibles à court terme.

Il convient également de considérer de manière qualitative le bilan, en première analyse impressionnant, de la création d'aires protégées. En effet, ces surfaces, tant marines que terrestres, couvrent aujourd'hui près de 30 % de notre territoire, mais elles regroupent des dispositifs de protection plus ou moins efficaces. La politique future des aires protégées devra donc porter à la fois sur la création de nouvelles aires protégées, sur le renforcement de l'effica-

cité des aires existantes et sur une connexion écologique entre elles, pour former un véritable « réseau écologique ».

Enfin, comme d'ailleurs pour la lutte contre les dérèglements climatiques, il convient de faire un bilan critique et pragmatique des politiques fondées sur des engagements volontaires et des dispositifs contractuels. Sans doute utile pour assurer une sensibilisation et une mobilisation de tous les acteurs, ces approches apparaissent largement insuffisantes pour obtenir des résultats concrets à la hauteur des enjeux.

Conclusions : six principes clés

De ce panorama global, nous tirons six principes simples qui devront donc guider l'action pour la décennie à venir, et même à plus long terme :

- 1) Une priorité forte doit être accordée à la correction des effets négatifs de diverses politiques sectorielles, nationales ou territoriales, défavorables à la biodiversité, afin de les réorienter, *a minima*, vers une neutralité (zéro perte nette de biodiversité), voire vers des politiques « à biodiversité positive ».
- 2) Avant même de vouloir protéger de nouvelles espèces ou de nouveaux habitats, il convient de tout faire pour conserver l'existant. En particulier, plutôt que de créer de nouvelles réglementations, les autorités publiques devront en premier respecter et faire respecter le droit existant, en particulier la doctrine Éviter-Réduire-Compenser, et veiller à ne pas le faire régresser (principe de non-régression).
- 3) Une véritable volonté politique des acteurs publics apparaît indispensable, à tous les niveaux d'action, des communes à l'État, se traduisant, d'une part, par des engagements précis et stables dans le temps, cohérents et convergents et, d'autre part, par la mobilisation de moyens financiers nouveaux attribués sur une base pluriannuelle. Il ne s'agit pas de vouloir « simplifier » ce dispositif en retirant à certains niveaux des capacités d'initiatives : pour la biodiversité, tous ces niveaux d'action peuvent et doivent être mobilisés.
- 4) Il apparaît essentiel de définir des objectifs et des indicateurs de résultats (et pas seulement de moyens) communs à tous les opérateurs, pouvant attester de l'efficacité des politiques menées, à l'exemple de ceux de la politique de l'eau (le pourcentage de masses d'eau en « bon état écologique »). En effet, l'objectif d'arrêter ou de diminuer l'érosion de la biodiversité est à l'évidence beaucoup trop global et imprécis pour répondre à ces exigences.
- 5) Une coordination forte apparaît nécessaire entre tous les opérateurs impliqués, qu'il s'agisse de la coordination de l'action des différents ministères, de la coordination entre les différents niveaux de l'action publique ou de la coordination entre l'action publique et les acteurs de la société civile. Pour que ce dispositif de coordination soit à la fois efficace, inscrit dans la durée indépendamment des aléas politiques et reconnu par tous les acteurs concernés, il convient d'initier dès maintenant une réflexion innovante pour le définir.
- 6) Il est indispensable de mieux écouter les diagnostics et propositions des acteurs de la société civile, en particulier celles des instances consultatives mises en place, en évitant la multiplication et succession des consultations sur un même sujet qui n'aboutissent pas à des décisions claires.

Limites physiques des énergies renouvelables

Par Ilarion PAVEL

Ingénieur en chef des Mines, Conseil général de l'Économie (CGE)

Cet article passe en revue les différentes sources d'énergie renouvelable (solaire, éolien, bioénergies, géothermie et hydroélectricité) et évalue leur potentiel sur le territoire français en calculant le flux d'énergie moyen disponible. Est également abordée la perspective d'amélioration du rendement de conversion de chacune de ces formes d'énergie en énergie électrique.

Introduction

La consommation moyenne d'énergie primaire par habitant ⁽¹⁾ varie fortement d'un pays à l'autre. La moyenne mondiale se situe à environ 2,5 kW, les pays de l'Europe de l'Ouest consomment autour de 5 kW, alors que les États-Unis, le Canada et l'Australie se situent plutôt vers les 10 kW.

Représentons ces données sur un graphique avec, en ordonnées, la puissance consommée moyenne et, en abscisses, la densité de population. Nous allons effectuer le produit entre ces deux quantités pour obtenir une puissance par unité de surface, que nous pouvons interpréter comme le flux d'énergie ⁽²⁾ moyen à produire sur un territoire afin de satisfaire les besoins énergétiques de la population qui y habite ⁽³⁾.

(1) Représente la totalité de l'énergie primaire consommée pendant une année par un pays, divisée par le nombre d'habitants et par le nombre de secondes de l'année. On l'exprime en kW/habitant.

(2) Nous rappelons que le flux d'énergie représente la puissance par unité de surface.

(3) Nous faisons l'hypothèse d'une autarcie énergétique au niveau du pays considéré ; on néglige donc les échanges frontaliers.

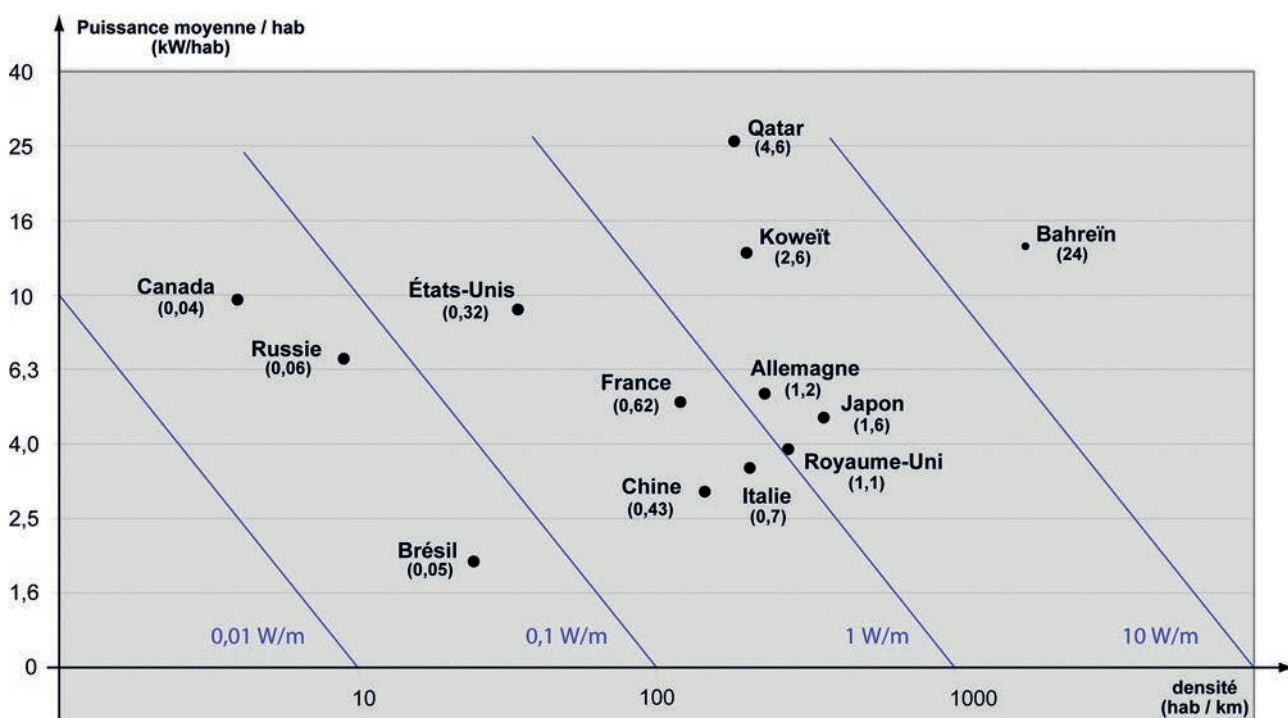


Figure 1 – Réalisée par l'auteur.

La consommation moyenne pour la France est de 0,62 W/m², pour l'Allemagne de 1,2 W/m² (même consommation par tête d'habitant, mais densité double), et pour les États-Unis de 0,32 W/m² (consommation double par tête d'habitant, mais densité six fois plus faible).

Par la suite, nous allons estimer le flux d'énergie en provenance des différentes sources d'énergie renouvelable (solaire, éolien, bioénergies, géothermie et hydroélectricité), dont on dispose sur le territoire français, en optant pour les hypothèses les plus optimistes. Nous allons également examiner les perspectives d'amélioration du rendement de conversion de ces différentes sources d'énergie en énergie électrique.

Solaire

Le flux solaire moyen annuel mesuré sur le territoire français est de 145 W/m². Avec les meilleurs dispositifs photovoltaïques commercialisés, dont le rendement de conversion est de 15 à 20 %, dans le meilleur cas ⁽⁴⁾, on peut récupérer un flux d'énergie de 20 à 30 W/m². Considérons alors une valeur moyenne de 25 W/m².

Le rendement théorique maximal des cellules photovoltaïques unijonction en silicium est de 31 % (limite Shockley – Queisser ⁽⁵⁾). On peut dépasser cette limite en utilisant des dispositifs de concentration (lentilles, miroirs paraboliques) et en mettant au point des cellules multijonctions, qui exploitent mieux la fenêtre spectrale ⁽⁶⁾. Le rendement maximal atteint en laboratoire par une telle cellule est de 46 % ⁽⁷⁾. Nous avons en principe de bonnes perspectives d'amélioration des rendements actuels. Il se pose bien entendu la question de l'industrialisation de ce type de dispositifs ainsi que celle de leur viabilité financière.

Éolien

L'énergie éolienne est en fait dérivée de l'énergie solaire, conséquence du réchauffement non uniforme de la surface terrestre par le soleil, ce qui engendre la circulation des masses d'air sous forme de vents.

Une turbine éolienne convertit l'énergie cinétique du vent en énergie de rotation de la turbine, puis en électricité à l'aide d'un générateur. La puissance du vent disponible par unité de surface (de la turbine) est facile à estimer ⁽⁸⁾ et les rendements actuels des éoliennes avoisinent les 50 %. Malheureusement, placer une éolienne dans l'im-

mediate proximité d'une autre engendre des perturbations, le sillage de l'une influençant fortement le fonctionnement de l'autre et conduisant à une chute de leurs rendements respectifs. En pratique, les constructeurs placent les éoliennes à des distances moyennes correspondant à cinq fois le diamètre de la turbine ⁽⁹⁾.

Ainsi, pour une vitesse moyenne du vent de 6 m/s sur le territoire français, on peut estimer que le flux d'énergie éolienne ⁽¹⁰⁾ que l'on peut récupérer se situe autour de 2 W/m². Des données observées sur les fermes éoliennes terrestres confirment cette valeur ⁽¹¹⁾.

On ne peut guère améliorer le rendement de conversion, car la limite théorique du rendement d'une éolienne (théorème de Betz ⁽¹²⁾) est de 59 %.

Bioénergies

La photosynthèse permet, à l'aide du soleil, de synthétiser, à partir de l'eau, du dioxyde de carbone et quelques minéraux, des substances organiques essentielles pour la vie sur Terre. Ces substances photosynthétisées possèdent des potentiels énergétiques supérieurs aux substances d'origine. Les bioénergies ne sont alors qu'une des formes de stockage de l'énergie solaire. Pour la libérer, il suffit de dégrader les produits de la photosynthèse en dioxyde de carbone et en eau. Il est d'ailleurs à noter que les combustibles fossiles que nous utilisons à grande échelle aujourd'hui et que nous nous efforçons de remplacer, ne sont que des bioénergies accumulées dans les couches géologiques pendant des millions d'années d'histoire de la Terre.

Malheureusement, la photosynthèse présente un faible rendement. Les meilleurs résultats obtenus en laboratoire, dans une atmosphère spéciale ⁽¹³⁾, ne dépassent pas 12 %. Dans les conditions de l'atmosphère terrestre, la photosynthèse chute à 3 %. Si l'on prend en compte la variabilité saisonnière des cultures ⁽¹⁴⁾ propre au terri-

(9) En fait, les éoliennes sont placées en ligne, par exemple sur une crête, elles doivent alors être situées à une distance minimale égale à trois fois le diamètre du rotor ; si elles sont placées en damier, cette distance est plutôt de sept fois le diamètre.

(10) Voir, par exemple, MACKAY David, *Sustainable Energy – Without hot air* (www.withouthotair.com).

(11) Le parc éolien de Whitelee (Royaume-Uni), qui comprend 215 turbines sur une surface de 80 km², a une puissance nominale de 539 MW, pour un facteur de charge de 27 %, ce qui donne un flux d'énergie de 1,8 W/m². Les parcs éoliens *off-shore* produisent en moyenne 3 W/m², la vitesse du vent étant plus importante dans l'environnement côtier. Dans certains endroits où les vents sont forts, comme le littoral néerlandais, on peut obtenir 5 W/m², voir le rapport « Capacity Densities of European Offshore Wind Farms », Deutsche WindGuard, 2018.

(12) MACKAY David, *Sustainable Energy – Without hot air* (www.withouthotair.com).

(13) On augmente la concentration du dioxyde de carbone pour accélérer la photosynthèse, et on diminue la concentration de l'oxygène pour limiter la photorespiration (processus parasite qui perturbe la photosynthèse et qui est dû à la concentration de l'oxygène produit par photosynthèse).

(14) C'est seulement en été que la photosynthèse atteint son maximum : en automne, les feuilles tombent ; l'hiver, c'est le repos hivernal ; au printemps, les bourgeons sortent à peine. À cela, il faut rajouter le fait que les feuilles n'ont pas toujours l'orientation optimale pour capter le flux de lumière. Voir HERMANS Jo, *Energy Survival Guide*, Leiden University Press, 2011.

(4) Nous allons faire les hypothèses les plus favorables pour estimer en fait une limite supérieure du flux d'énergie.

(5) SHOCKLEY W. & QUEISSER H. J. (1961), *J. Appl. Phys.* 32, 510.

(6) Ces dispositifs photovoltaïques sont composés de plusieurs jonctions semi-conducteurs à base d'indium, de gallium, d'arsenic et de germanium, chaque jonction étant capable de transformer la lumière d'une plage de fréquence donnée en courant électrique. Le rendement de conversion est ainsi amélioré ; en contrepartie, la fabrication de tels composants demande la mise en œuvre de technologies plus élaborées, dont plus chères que la technologie traditionnelle à base de silicium, utilisée actuellement pour les dispositifs commercialisés.

(7) Atteint en 2014 grâce à une collaboration entre des laboratoires du CEA-Leti et du Fraunhofer ISE et l'entreprise Soitec. Le rendement théorique maximal se situe autour de 85 %.

(8) Celle-ci est proportionnelle à la densité de l'air et au cube de la vitesse du vent.

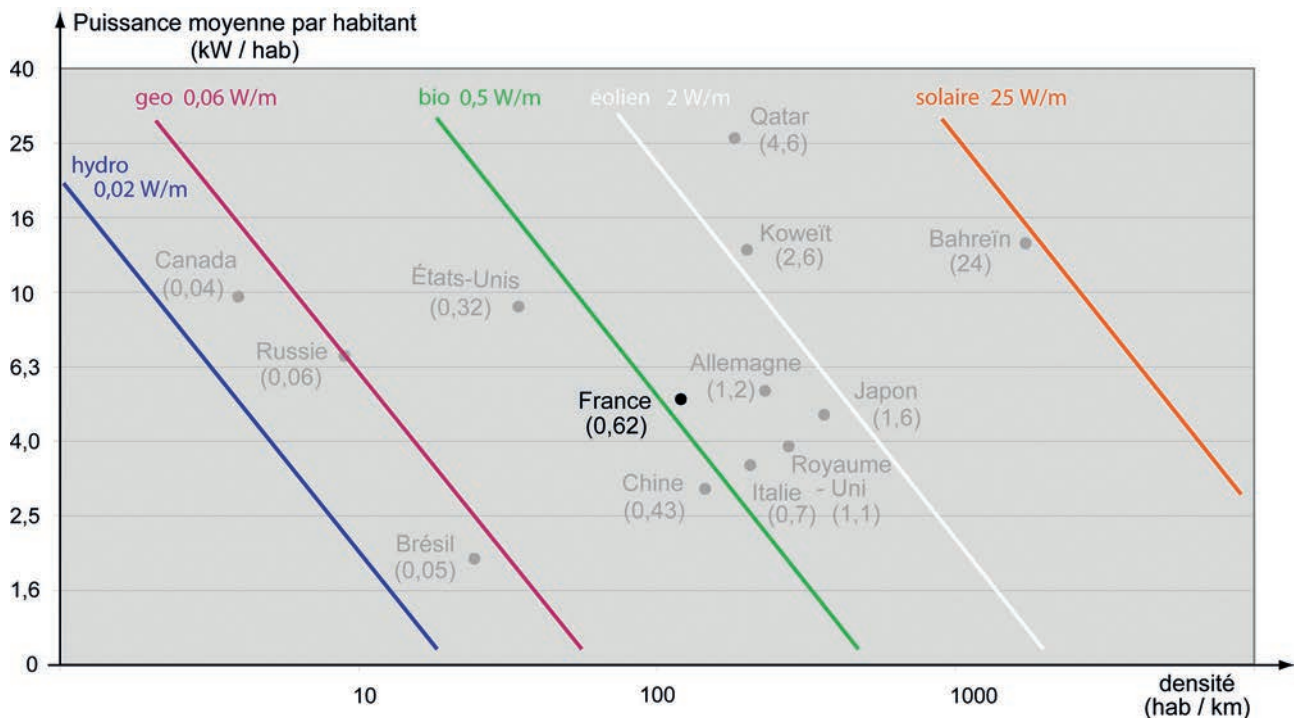


Figure 2 – Réalisée par l'auteur.

toire français, le rendement moyen annuel de la photosynthèse est inférieur à 0,3 %. Avec un flux solaire moyen de 145 W/m², on peut difficilement atteindre 0,5 W/m², valeur confirmée par diverses réalisations expérimentales ⁽¹⁵⁾.

Peut-on améliorer le rendement de la photosynthèse ? Probablement, mais dans un avenir très lointain, grâce aux progrès des biotechnologies. Pour l'instant, nous devons nous contenter de ce que la nature nous offre, et il reste aujourd'hui difficile de faire mieux que les arbres.

Géothermie

L'énergie géothermique est pratiquement d'origine nucléaire. La chaleur interne de la Terre est produite en grande partie par la désintégration radioactive ⁽¹⁶⁾ des uraniums 235 et 238, du thorium 232 et, dans une moindre mesure, du potassium 40.

Le flux moyen de cette source d'énergie est obtenu par la loi de Fourier, le produit du gradient de température par la conductivité thermique de la croûte terrestre ⁽¹⁷⁾ : on obtient environ 0,06 W/m². Bien entendu, ce résultat peut être meilleur, si l'endroit est dans le voisinage d'un aquifère en contact avec des zones chaudes, ou sur une dorsale, comme c'est le cas de l'Islande.

On utilise cette source d'énergie pour le chauffage domes-

tique. Mais dans certains cas particuliers (exploitation de geysers), on peut produire de l'électricité, malheureusement avec un faible rendement, les meilleurs ⁽¹⁸⁾ ne dépassant pas 21 %.

Hydroélectricité

L'énergie hydroélectrique est d'origine solaire. La chaleur produite par le soleil transforme l'eau en vapeur, qui, entraînée par les courants ascendants, arrive dans les couches froides de l'atmosphère, se condense et tombe sous forme de pluie.

Le potentiel hydroélectrique d'un pays peut être évalué à partir de la carte des précipitations annuelles et de la carte du relief de son territoire : il suffit de calculer l'énergie potentielle de la quantité d'eau de pluie accumulée pendant une année en tenant compte des différences de hauteur du relief par rapport au niveau de la mer ⁽¹⁹⁾.

En fait, ce sont les régions montagneuses qui apportent la plus grande contribution, puisque les montagnes sont plus hautes et qu'il pleut plus qu'en plaine.

À partir des données disponibles pour la France ⁽²⁰⁾, on arrive au résultat de 0,02 W/m².

(15) Rapport « Bilan énergétique et gaz à effet de serre des filières de production de biocarburants en France », ADEME/DIREM, 2002.

(16) Il existe d'autres contributions à la chaleur interne de la Terre, moins importants : solidification du noyau de la Terre, chute gravitationnelle vers le centre de la Terre d'éléments lourds comme le fer ou le nickel, forces des marées du soleil et de la lune qui déforment la croûte terrestre.

(17) À chaque enfoncement d'un kilomètre dans la croûte terrestre, la température augmente de 30° C. La conductivité de la croûte est d'environ 2 W/m K.

(18) MOON H. & ZARROUK S. J., "Efficiency of geothermal power plants: a worldwide review", *Zealand Geothermal Workshop 2012 Proceedings*, 19-21 November, Auckland, New Zealand.

(19) Nous négligeons les pertes liées aux infiltrations dans le sol ou à l'évaporation.

(20) Nous ne prenons pas en compte la contribution des rivières dont une partie importante de leur eau vient d'un territoire situé à l'étranger, ni celles qui s'étendent au-delà du périmètre de notre pays. Cependant, l'étude « Connaissance du potentiel hydroélectrique français », réalisée en 2013 par le ministère en charge de l'Environnement, a évalué, cours d'eau par cours d'eau, le potentiel hydroélectrique à 78 TWh/an, ce qui rapporté à la surface de la France, équivaut à un flux de 0,016 W/m².

Le rendement des turbines hydroélectriques se situe aux alentours de 90-95 %. Cette technologie est mature et il sera difficile de réaliser des améliorations substantielles.

Conclusion

Nous avons reporté dans le graphique de la page précédente les lignes de flux constants d'énergie pour les énergies solaire, éolienne, bioénergies, géothermique et hydraulique. Ces résultats ne sont valables que pour le territoire français (sont néanmoins mentionnées pour mémoire les valeurs de consommation des différents pays figurant dans la Figure 1 de la page 86).

Le solaire, avec un flux de 25 W/m^2 , est de loin la source d'énergie la plus concentrée. Couvrir 3 % de la surface du territoire avec des panneaux photovoltaïques pourrait satisfaire les besoins énergétiques du territoire. La perspective d'amélioration du rendement de ces dispositifs en fait les candidats les plus sérieux parmi les différentes sources d'énergie renouvelable. Il reste bien entendu plusieurs problèmes difficiles à résoudre, en particulier le stockage nécessaire pour pallier la variabilité, notamment la variabilité saisonnière.

L'éolien présente un flux de 2 à 3 W/m^2 . Il faudrait alors couvrir un tiers de la surface de la France d'éoliennes

pour satisfaire les besoins énergétiques de notre pays ! Le rendement actuel des éoliennes est proche de la limite théorique, les marges d'amélioration sont donc faibles. On peut le développer dans les territoires où les conditions météo sont favorables. Mais il ne faut pas compter sur l'éolien pour remplacer l'ensemble des énergies non renouvelables.

Les bioénergies ont des flux de $0,5 \text{ W/m}^2$. Mais même si l'on couvrait l'intégralité du territoire français de biocultures, cela ne suffirait pas pour satisfaire l'intégralité de nos besoins énergétiques. Ce type de technologie est peu exigeant et pourrait être approprié pour des pays comme le Brésil. En ce qui concerne la France, bien que le déploiement actuel d'une telle source d'énergie semble absurde, il sera néanmoins opportun de continuer les recherches dans ce domaine afin de mettre au point des souches performantes qui pourront être utilisées dans d'autres pays.

La géothermie et l'hydroélectricité, avec des flux modestes de respectivement $0,06$ et $0,02 \text{ W/m}^2$, sont loin de pouvoir couvrir nos besoins énergétiques. En revanche, les technologies mises au point peuvent être utilisées dans le stockage de l'énergie, lequel est nécessaire pour pouvoir résoudre le délicat problème de la variabilité des sources solaire et éolienne, d'autant plus que nous ne disposons aujourd'hui d'aucune solution satisfaisante en la matière.

Biodiversity between emergencies and complexity

Introduction

François Letourneux, vice-president of the French committee of the International Union for the Conservation of Nature (IUCN)

Foreword

Claire Tutenuit, general delegate, Entreprises pour l'Environnement (EpE)

The view of scientists

Human societies and the erosion of biodiversity: From observations to recommendations, the lessons drawn from the 2019 IPBES report on biodiversity

Jean-François Silvain, Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité

The “Global assessment report on biodiversity and ecosystem services” made in 2019 by the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) marked a key phase in making decision-makers aware of the issues related to the accelerated decline in biodiversity and the loss of the services related to it from which human societies benefit. The international media have widely reported the conclusions from this report's summary and thus helped in raising the awareness of decision-makers and a wide section of the population. After describing how an IPBES report is organized and drafted, this article focuses on the major lessons to be drawn from it and the preferred options for obtaining leverage to reverse current trends. Criticisms are formulated; and some gaps, pointed out. This landmark report in the recent history of worldwide environmental policies draws conclusions that carry even more weight since the Covid-19 pandemic.

Biodiversity in the long run

Bruno David, president du Muséum National d'Histoire Naturelle

The planet has come through five major extinctions since the start of the Phanerozoic eon. After each of these, with its specific characteristics, the biodiversity that emerged was quite different from before the extinction. There were winners and losers. The biosphere seems to be undergoing a sixth crisis. Is this so? Are the processes under way comparable with those during the previous extinctions? What lessons to draw from the past?

Biodiversity: A crisis and adaptation

Pierre-Olivier Cheptou, CEFE UMR 5175, CNRS, Montpellier University, Paul-Valéry University

The current biodiversity crisis is a cause of concern for human societies, mainly owing to the ecosystemic services rendered by other species. Biological crises are, paradoxically, periods of renewal, when, as past crises have shown, biodiversity rapidly adapts. In response to the changes under way, species are likely to adapt through natural selection. As the scientific literature shows, plant and animal species do adapt to changes: global warming, the decline of pollinators, etc. The evolutionary rescue model has formally described this sort of selection as a defense against the extinction of populations. The function of adaptation in attenuating extinction processes is open to discussion however, since adaptation has not usually spared species from extinction (a factual observation). Adaptation entails major modifications of the dependency between species in an ecosystem (e.g., food webs) and, thus, in the system's operation.

New relations with nature for transforming our model of society

Anne-Caroline Prévot, research director, CNRS, and researcher at the Centre d'Écologie et des Sciences de la Conservation (CESCO), Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN)

A year after the release of the IPBES report on biodiversity and a few months after the “confinement” ordered in response to the Covid-19 pandemic, a few explanations are offered to help us understand why nature has vanished from among the aspirations held in common by modern societies (especially in France). The relation with nature is fundamental for human life, individually and collectively. A few proposals are outlined to place, once again, nature at the center of new models of society that cherish the diversity of viewpoints, practices and responsibilities in order to imagine together a sustainable future.

Research in agronomy and the biodiversity turning point

Philippe Mauguin, CEO, INRAE, and **Thierry Caquet**, scientific director of Environment, INRAE

Several recent studies at the global level have raised questions about biodiversity's apparent antagonism with agriculture and food systems. An issue for agronomic research in the XXIst century is to explore the means for turning this antagonism into a synergy. Through research on and for biodiversity, the objectives are: to help transform agricultural and food systems in order to ensure the security of a wholesome food supply, in particular *via* diversification and the agroecological transition; to conserve and restore biodiversity while promoting a sustainable use of resources; to protect and sustainably manage the natural resources (water, soil, air) indispensable to life; to pre-

serve the health of human beings and of the environment; and to help, via a twofold strategy of attenuation and adaptation, in the struggle against climate change.

Biodiversity, security of the food supply and climate change: Which path to take to transform agriculture?

Pierre-Marie Aubert, Institut du Développement Durable et des Relations Internationales (IDDRI), **Diego Garcia Vega**, IDDRI, Sciences Po, Écoles des Affaires Internationales; and **Xavier Poux**, IDDRI, Application des Sciences de l'Action (ASCA)

The agricultural sector lies at the center of several major issues related to the climate, biodiversity and the safety and security of the food supply. All parties now admit that it is necessary to switch paradigms, but few agree on the direction to take. This debate revolves around the question of how to take responsibility for biodiversity.

In biodiversity... There is diversity

Luc Abbadie, professor of ecology, Sorbonne University

We should be pleased that the word "biodiversity" is now in current usage, usually pointing to a set of plants or animals, sometimes replacing the words "nature" or "landscape", or referring more or less directly to environmental processes. This apparent polysemy hides, however, what is essential: the diversity in biodiversity! Biodiversity is a fundamental property of what is living, an inherent property of life: variety, variation, disparity, plurality – in short, a diversity that appears at all levels, from molecules to ecosystems, right now and over time, through forms, colors, physiology, the organization of collections of organisms and the patterns of their interactions.

Amicale du Corps des Mines: Thoughts on the climate

Speech by **Allain Bougrain-Dubourg**, president of the Ligue pour la Protection des Oiseaux at the meeting of 4 February 2020

Will we stop environmental degradation at the global level?

Yann Wehring, French ambassador to the environment

The health crisis we have just undergone has upset the diplomatic agenda. All environmental indicators are flashing red. Greenhouse gas emissions are still increasing along with average temperatures. Ecosystems such as the oceans or tropical forests are still deteriorating at a staggering rate. Beyond the current pandemic, the road before us branches out in two directions: either putting expectations for the environment on hold as recovery plans and stimulus packages are blindly implemented to the detriment of the environment, or else moving faster toward the environmental transition in line with the scientific data in our possession. France and the European Union, as well as many other states around the world, not to mention economic agents, want to take this second path. The meetings planned for the coming months will be decisive. Should we be satisfied with new commitments made? Above all, will we move from words to deeds?

The French Office of Biodiversity at the heart of public actions for biodiversity

Pierre Dubreuil, Office Français de la Biodiversité (OFB)

The French Office of Biodiversity (OFB) is a mixed institution owing to its many assignments and its governance with a national and a territorial basis. Internationally, there are few similar establishments. The OFB will be ready to take part in defining an ambitious framework for the 2020s, a framework we all want given the biodiversity crisis.

Nature works for us: it is our business to protect it

Sylvain Vanston, AXA Group CSR

Biodiversity loss endangers ecosystemic services, which threatens both society and businesses that depend on them, and in turn investors and insurers that rely on a well-functioning economy. We view the biodiversity challenge as a natural extension of our climate efforts. Indeed, climate change is severely compounding the destruction of ecosystems all around the world, adding pressures related to drought, ocean acidification, more intense natural catastrophes, etc. This is why in 2018 we publicly decided to investigate how biodiversity loss is impacting society and how we can act both as an insurer and an investor. We have made progress since then. We encourage public-private collaboration as well as a strong "Kunming Agreement" in 2021 to "mainstream" biodiversity action.

Mobilize and transform the fashion industry to preserve biodiversity

Marie-Claire Daveu, chief sustainability officer, Kering; **Géraldine Vallejo**, sustainability program director, Kering; and **Katrina Ole-Moiyoi**, sustainable sourcing specialist, Kering

Environmental degradation is occurring everywhere around the world at an unprecedented pace in human history. We have left an "operational space" that was safe given the planetary limits established by science. Unless humanity adopts radical measures, no fewer than a million species are menaced with extinction in the coming decades. The fashion industry with its complicated global supply chains must take the lead in responding to this situation. Not only does it depend almost entirely on goods and services provided by nature, but it also has a relatively important impact on natural ecosystems. Responding to this crisis calls for understanding the materiality of this impact, setting ambitious objectives, improving logistics, and making a revolution in the production of raw materials and dominant business models. The biodiversity crisis, a major challenge for our generation, calls for unprecedented collaboration in the industry to reverse the trend toward less biodiversity. This is an emergency.

Trafficking in protected species and deforestation: Madagascar, biodiversity held hostage by corruption

Mialisoa Randriamampianina, **Frédéric Lesné**, **Vatsy Rakotonarivo** and **Ketakandriana Rafitoson**, Malina Network, Transparency International Initiative Madagascar

Biodiversity in Madagascar is imperiled by trafficking in

rare species and the destruction of natural resources, degradations often abetted by corruption. In Atsimo Andre-fana, the radiated turtle is the subject of unlawful trade. Smugglers benefit from a well-oiled chain of corruption implicating law enforcement and village heads. Villagers who witness these crimes keep silent out of indifference or fear of retaliation. In Menabe, villagers – paid to turn wooded areas into maize and groundnut fields – are massively destroying the Antimena forest. An investigation has accused a former MP of financing this operation. He used his status as an elected official to escape the reach of the law for a long time. As many of these cases suggest, the apparent severity of Malagasy legislation is on par with the lack of application of laws and court decisions. In this complicated situation, authorities are unable to control sensitive locations, address the issue of poverty, or cope with ever more influential criminal networks.

Corporate mobilization and public policy needs for nature

Claire Tutenuit, déléguée générale d'Entreprises pour l'Environnement (EpE), and **Eva Zabey**, Executive Director, Business for Nature

Nature loss has serious consequences for business, and many companies are already making nature a priority through the way they sustainably use natural resources across their supply chains, create clean jobs, and produce greener products. To speed and scale business action for nature and biodiversity, we must help businesses 1) navigate the complexity of identifying and assessing impacts and dependencies on nature, 2) embed the value of nature in decision-making and disclosure, and 3) set concrete, evidence-based targets informed by science, which provide clear direction and ambition for further business action. Political leadership is needed to spur more business action, and companies are increasingly calling on governments to enact more ambitious policies for nature.

How and why measure the biodiversity footprint of economic agents?

Marc Abadie, CEO, CDC-Biodiversité, and **Antoine Cadi**, director of research and innovation, CDC Biodiversité

After three years of development, CDC Biodiversité launched its "global biodiversity score" on 12 May 2020. Using this GBS, firms and financial institutions can measure their biodiversity footprint, a calculation that involves two phases for quantitatively linking the business's activities to their impact on biodiversity. First of all, the link is made between a firm's activities and the pressure on biodiversity; this entails quantitatively analyzing the contribution of the firm's activities to these pressures. Secondly, the impact of these pressures on biodiversity is assessed.

How to integrate biodiversity in economic and business decisions

Simon Buckle, Head of the Climate, Biodiversity and Water Division in the OECD Environment Directorate, **Katia Karousakis**, Programme Lead of the Biodiversity, Land Use and Ecosystems (BLUE) programme at the OECD, **Edward Perry**, Policy Analyst in the Biodiversity, Land Use and Ecosystems (BLUE) programme at the OECD, and **Geraldine Ang**, Senior Policy Analyst on Green Finance and Investment at the OECD

Biodiversity and ecosystem services loss are resulting in massive costs to our environment, human health and well-being, and our economies. While efforts have been made to integrate biodiversity in economic decision-making, progress is still slow and not at a scale needed to ensure the required shifts to sustainable production and consumption patterns. Integrating biodiversity in decisions made by the business and financial sector have lagged even further behind. This article provides an overview of the status quo today, and key actions needed to better mainstream biodiversity in economic and business decisions.

What to do for biodiversity?

Bernard Chevassus-au-Louis, Humanité et Biodiversité

Stating in the mid-XIXth century, France took initiatives to protect remarkable natural sites. These actions were expanded during the second half of the XXth century. Following the Rio Conference in 1992, which formally accepted the concept of biodiversity, they were extended to cover our natural heritage and its uses. Despite these efforts, biodiversity has continued declining even though some successes offer evidence that this decline is not inevitable. Since new ten-year strategies will be adopted nationally and internationally in 2021, what lessons can we draw from this long history of protecting nature so as to finally stop this degradation and set off a positive trend?

Miscellany

The physical limits of renewables

Ilarion Pavel, engineer from the Corps des Mines, Conseil Général de l'Économie (CGE)

The various sources of renewable energy (sun, wind, biofuels, geothermal power and hydroelectricity) are reviewed; and their potential in France is assessed by calculating the average available flow of energy. The question of improving the conversion of each of these forms of energy into electricity is also discussed.

Issue editors: François Letourneux and Claire Tutenuit

« IL FAUT AGIR VITE MAIS DE MANIÈRE DURABLE ! »



Maxime Séché, Directeur Général

Entretien avec Maxime Séché, Directeur Général de Séché Environnement, qui nous en dit plus sur le positionnement de son entreprise sur les questions environnementales et de biodiversité notamment.

Pouvez-vous nous rappeler le positionnement du Groupe Séché ?

Avec plus de 4500 collaborateurs, dont 2000 en France, Séché Environnement est l'un des principaux acteurs européens de la valorisation et du traitement de tous les types de déchets (ordures ménagères ; déchets industriels ; déchets complexes ou dangereux, comme des gaz ou des produits chimiques) qui nécessitent une parfaite fiabilité opérationnelle. Le Groupe dispose de savoir-faire très pointus en matière de dépollution, de réhabilitation de sites et d'interventions en cas d'urgence environnementale.

Actif dans plus de 15 pays, le groupe se développe rapidement à l'international. Déjà présent en Europe (Espagne, Allemagne et désormais en Italie), le groupe a récemment pris des positions de premier plan en Amérique Latine (Pérou, Chili) et en Afrique du Sud.

Groupe familial indépendant, avec un fort esprit entrepreneurial, Séché Environnement développe depuis 35 ans des solutions de pointe pour traiter les déchets et les valoriser toutes les fois où cela est possible. Nous avons ainsi mis en place en 2017 la première chaudière CSR (combustibles solides de récupération) de France, qui permet de chauffer la ville de Laval grâce aux déchets non recyclables. Grâce à notre R&D, nous mettons également au point des boucles d'économie circulaire à haute valeur ajoutée, qui permettent notamment le recyclage du brome, en substitution de son extraction de la Mer Morte, ou la régénération de

solvants usagés, utilisés par les industries pharmaceutiques ou chimiques.

Comment abordez-vous la question environnementale ?

Notre 1^{ère} responsabilité est de traiter des déchets qui pourraient impacter l'environnement et la santé sans prise en charge adaptée. La protection de l'environnement est donc au cœur de nos métiers, qui vont cependant bien au-delà de la gestion des risques. Nous travaillons sur des projets pour réduire l'empreinte carbone ou développer l'utilisation des ressources renouvelables. Je suis personnellement convaincu que l'impératif environnemental et moral à protéger notre planète doit aussi s'incarner dans le développement de nouveaux modèles économiques aussi verts que performants. Je considère que Séché Environnement a un rôle très important à jouer pour accompagner ses clients, industriels ou collectivités, pour développer des projets performants sur le plan économique, opérationnel ou environnemental. La notion de responsabilité environnementale est profondément inscrite dans notre ADN. En ce qui concerne la protection de la biodiversité, nos équipes intègrent des écologues chargés de préserver les écosystèmes, dont le rôle est d'éviter, réduire, voire compenser l'impact de nos activités sur la biodiversité de nos sites.

Comment cela se traduit-il ?

La RSE est un marqueur fort du Groupe et

nous avons pris plusieurs engagements. Nous nous sommes ainsi engagés sur la voie de la finance durable et avons souscrit l'un des premiers crédits à impact intégrant des objectifs environnementaux.

En parallèle, l'ensemble de nos sites a obtenu la certification « Engagement Biodiversité » délivrée par ECOCERT. 2019 et 2020 ont aussi été marquées par notre engagement en France et à l'international dans l'initiative du ministère de l'Écologie ACT4Nature, qui structure les actions en matière de biodiversité. Nous sommes fiers que nos engagements s'étendent pour la première fois à l'international, en incluant outre 16 sites français, deux sites à l'étranger (en Espagne et au Pérou).

Quels sont vos enjeux dans ce cadre ?

Face à l'urgence environnementale, ils sont infiniment complexes et nombreux : il faut agir vite mais de manière durable ! Nous essayons d'agir de manière pragmatique avec des projets de terrain. Nous travaillons actuellement sur l'amélioration de l'efficacité énergétique de certaines de nos installations et la réduction de notre empreinte carbone. Cela requiert des savoir-faire souvent très particuliers, des investissements et de la créativité de la part de nos équipes.

C'est une démarche qui nécessite aussi de s'inscrire sur le long terme, avec des enjeux de pédagogie importants. En tant que groupe familial, nous avons un horizon de temps long : la pérennité est au cœur de notre stratégie.

Ont contribué à ce numéro



D.R

Marc ABADIE est inspecteur général de l'administration et est diplômé d'un DESS de gestion des collectivités locales et d'un DEA de droit public. Il a débuté sa carrière en tant que directeur général adjoint, puis directeur général des services de la mairie de Créteil (1981-1984).

Il a ensuite été successivement :

- chef de bureau de la tutelle sur les chambres d'agriculture et leur assemblée permanente à la direction des Affaires financières et économiques du ministère de l'Agriculture (1984-1985),
- chargé de mission à la direction générale des Collectivités locales du ministère de l'Intérieur et de la Décentralisation (1986-1987),
- et directeur général des services centraux de la Ligue française de l'enseignement (1987-1988).

En mai 1988, il est nommé conseiller technique au cabinet de Jean-Michel Baylet, secrétaire d'État auprès du ministre de l'Intérieur, chargé des Collectivités territoriales, puis, dès février 1989, directeur de cabinet de Jean-Michel Baylet et conseiller technique au cabinet de Pierre Joxe, ministre de l'Intérieur. De 1990 à 1992, il est inspecteur de l'administration au ministère de l'Intérieur. En septembre 1992, il est nommé directeur de cabinet de Jean-Michel Baylet, ministre délégué, chargé du Tourisme. Inspecteur de l'administration de 1993 à 1995, il devient directeur des Ressources humaines et du Contrôle de gestion du groupe de presse *La Dépêche du Midi*, il occupe ce poste jusqu'en 1997. Il est ensuite nommé directeur de cabinet d'Émile Zuccarelli, ministre de la Fonction publique, de la Réforme de l'État et de la Décentralisation. En 1999, il est nommé directeur des Affaires politiques, administratives et financières au ministère de l'Outre-Mer. De 2002 à 2005, il est directeur du Développement économique, de l'emploi et de la formation professionnelle et directeur général adjoint des services au Conseil régional d'Île-de-France. En 2005, il est directeur général de Saint-Gobain Développement. Puis, en décembre 2005, il réintègre l'Inspection générale de l'administration au ministère de l'Intérieur. De 2006 à 2009, il est nommé chef de la délégation française à la Commission intergouvernementale de contrôle du tunnel sous la Manche (MEEDDAT). En 2008, il devient directeur général de l'Agence de l'eau Adour-Garonne jusqu'en 2012. Il occupe ensuite le poste de chef de service de l'Inspection générale de l'administration de 2013 à 2015. En 2015, il est nommé directeur du Réseau et des territoires du groupe Caisse des Dépôts, jusqu'en mars 2018, date à laquelle il devient président de CDC Biodiversité.

Luc ABBADIE est actuellement professeur de classe exceptionnelle à Sorbonne Université, où il enseigne l'écologie générale, l'écologie fonctionnelle, la biogéochimie et l'écologie appliquée. Il dirige en outre l'Institut de la tran-



D.R

sition environnementale de Sorbonne Université. Il a commencé sa carrière en 1986 en tant que chargé de recherche au CNRS, affecté au Laboratoire d'écologie de l'École normale supérieure et de l'Université P. et M. Curie. Il a été promu directeur de recherche CNRS en 1998 après avoir exercé la fonction de responsable scientifique de l'équipe Écosystèmes du

Laboratoire d'écologie et de la Station biologique de Foljuif (ENS, à Saint-Pierre-lès-Nemours), et celle de co-responsable de la Cellule environnement de l'ENS.

Ses travaux de recherche ont porté sur les cycles de l'azote et du carbone à l'échelle de l'écosystème et sur l'équilibre entre la séquestration et le déstockage du carbone organique dans les sols, ainsi que sur l'impact de la biodiversité sur la dynamique des nutriments dans les sols. Il a lancé ces dernières années plusieurs opérations de recherche en ingénierie écologique et en écologie urbaine concernant Paris et l'Île-de-France et s'est engagé dans des projets opérationnels en partenariat avec des acteurs économiques. Il est auteur ou co-auteur de près de 180 publications, dont 70 articles publiés dans des revues scientifiques internationales indexées, et de cinq ouvrages.

Il s'est fortement investi dans la gestion de la recherche, notamment en tant que chargé de mission au sein du programme Environnement, vie et société du CNRS. Il a également participé à la mise en place de l'Institut Écologie-Environnement du CNRS, dont il a été l'un des directeurs scientifiques adjoints de 2006 à 2009. Il y a dirigé le Programme interdisciplinaire de recherche en ingénierie écologique de 2007 à 2011. Il a fondé et dirigé successivement le Laboratoire de biogéochimie et écologie des milieux continentaux, puis l'Institut d'écologie et des sciences de l'environnement de Paris.

Nommé professeur à Sorbonne-Université en 2002, il a co-dirigé le département d'enseignement Sciences de l'univers, environnement, écologie et un master commun avec Sciences-Po Sciences et politiques de l'environnement. Il a présidé le Conseil scientifique du Muséum national d'Histoire naturelle de 2015 à 2019 et est actuellement vice-président du Conseil scientifique de l'Office français de la biodiversité.



D.R

Geraldine ANG is a Senior Policy Analyst on Green Finance and Investment at the OECD. She works for the OECD Centre on Green Finance and Investment, under the Environment Directorate. Prior to joining the OECD, she conducted research on the economics of climate change mitigation for the Earth Institute

at Columbia University. Previously, she worked as Associate Manager at Lagardere Active in New York. Geraldine Ang holds a Master of Public Administration (MPA) from Columbia University's School of International and Public Affairs (SIPA) and a Master of Science in Management from HEC Paris.

Pierre-Marie AUBERT justifie d'une formation interdisciplinaire, à l'interface entre les sciences biotechniques (agronomie et foresterie) et la sociologie politique. En 2015, il rejoint l'Iddri pour coordonner les travaux de l'Institut en matière de politiques agricoles et alimentaires. Ses travaux se focalisent sur la construction et la mise en discussion de trajectoires de transition vers des systèmes alimentaires durables. Il puise pour cela dans trois champs analytiques distincts : la dynamique des systèmes agraires, la gouvernance des chaînes de valeur agricoles et alimentaires et l'analyse des politiques publiques. Il a publié, en 2018, avec Xavier Poux, le scénario TYFA – Ten Years For Agroecology in Europe –, qui démontre la faisabilité d'une généralisation de l'agroécologie au niveau européen.

Allain BOUGRAIN-DUBOURG fonde, dès son enfance, un Club des jeunes amis des animaux. À dix-huit ans, il donne des conférences dans les écoles, puis crée une exposition itinérante baptisée « Pavillon de la Nature » afin de sensibiliser le public à la protection de la biodiversité. Soutenu par Jean Rostand et Jean Dorst, il est lauréat de la Fondation de la vocation en 1969. Après le décès de Jean Rostand, il le remplacera comme membre du Jury de la Fondation.



© Pourny Michel Films MNHN

En 1973, TF1 lui propose de venir parler des animaux dans les émissions de la jeunesse. En 1974, chaque mercredi, il anime sur Antenne 2 une chronique animalière dans « Un sur cinq ». Sur cette même chaîne, il poursuit en 1976 avec « Des Animaux et des Hommes », une émission hebdomadaire. En 1978, il y crée et produit « Terre des Bêtes ». En 1986, son émission devient « Entre Chien et Loup ». En 1988, il crée « Animalia », diffusée le samedi sur France 2. Suivra la série « À tire d'aile ». En 2000, il anime sur la Cinquième « Les Cinquièmes Rencontres », magazine consacré aux phénomènes naturels. À la radio, il assure la chronique « Curieux de nature » sur France Bleu, puis présente, chaque dimanche, sur France Inter, « Vivre avec les bêtes », avec Élisabeth de Fontenay. De 2015 à 2017, il assure une chronique le dimanche matin dans le 7/9 du week-end sur France Inter. Depuis septembre 2017, il assure une chronique sur Europe 1, le samedi matin, dans l'émission de Wendy Bouchard, puis celle de Bernard Poirette.

Il est également producteur animateur de l'émission « Au nom de la faune », sur la chaîne Animaux, puis du « Journal de la faune » et de « Naturellement » pour la même chaîne. Depuis 1996, il est producteur et réalisateur

au sein de la société Nature Productions. Consacrée exclusivement à l'environnement et à l'animalier, cette société produit des programmes diffusés sur France 5 (co-production avec National Geographic), M6, France 2, Canal +... Par ailleurs, deux longs-métrages (une fiction et un documentaire) sont engagés pour le cinéma.

Chargé de mission au ministère de l'Agriculture, Allain Bougrain-Dubourg multiplie ses actions sur le terrain. Il reçoit des mains du Commandant Cousteau, l'ordre national du Mérite pour son engagement en faveur de la faune et devient Officier en 1999, puis Chevalier de la Légion d'Honneur en 2005 et Officier en 2013. En 2000, il est nommé vice-président de l'Observatoire des marées noires. Il préside la Ligue pour la protection des oiseaux (LPO) depuis 1986 (60 000 membres et 400 salariés). Il est membre du Conseil national du Développement durable, du Grenelle de l'Environnement, puis du Conseil national de la Transition écologique. Membre du Conseil économique, social et environnemental, il est également administrateur de l'École de chiens guides d'aveugles de Paris et de la Fondation pour la recherche sur la biodiversité, conseiller auprès d'Océanopolis, co-président du Comité de rénovation du zoo de Vincennes et administrateur du Muséum national d'Histoire naturelle, jusqu'en 2015.

Allain Bougrain-Dubourg a été directeur de la collection « État sauvage » chez Atlas et est également l'auteur de plusieurs livres : « L'agonie des bébés phoques » (Presse de la Cité), « Le tour de France des animaux sauvages » (Éditions Bias), « Tendres tueurs » avec Yann Arthus Bertrand (Éditions Le Chêne), « Et Dieu créa les animaux » (Robert Laffont), « Animaux 89 » (compagnie 12), « Observer la nature, une passion » (Nathan), « Des animaux et des femmes » (Arthaud) et « Les animaux à la une », « Curieux de nature » (Flammarion), « Sales bêtes ? Respectons-les... » (Arthaud), « L'île de Ré » (Conservatoire du Littoral – Actes Sud), « Autopsie du monde animal » avec Guilhem Lesaffre (Rue de l'Échiquier), « Les héros de la biodiversité » (Ouest France), « Toiles de mer » avec Olivier Suire Verley (Éditions PC), « Dictionnaire passionné des animaux » (Éditions Delachaux et Niestlé), « Il faut continuer de marcher » (Éditions de la Martinière – octobre 2015), « Lettres des animaux à ceux qui les prennent pour des bêtes » (Éditions les Échappés – janvier 2018), « On a marché sur la Terre » (Éditions les Échappés – mars 2020), « Léonard de Vinci et la nature » en collaboration avec Patrick Scheyder (Éditions Ouest France).



D.R

Dr **Simon BUCKLE** has been the Head of the Climate, Biodiversity and Water Division in the OECD Environment Directorate since November 2014. Before that, Simon Buckle was the founding Climate Policy Director at the Grantham Institute at Imperial College London (2007-14) and a member of the Imperial College Management Board (2011-13). Simon Buckle played a leading role in the creation of the Climate Knowledge and Innovation Commu-

nity – Climate KIC – and was a member of its Governing Board (2011-14). Previously, Simon Buckle was a senior British diplomat and served in a variety of roles both in London and overseas. He also worked at the Bank of England (1998-2002), the UK Ministry of Defence (1988-1991) and as a postdoctoral researcher at Imperial (1985-86). Simon Buckle has a doctorate in theoretical physics, an MSc in Financial Economics and a BSc Joint Hons (First Class) in Physics and Philosophy. He is a Companion of the Order of St Michael and St George (CMG) and a Fellow of the UK Institute of Physics.



D.R

Antoine CADI, qui est Docteur en écologie, est directeur de la Recherche et de l'innovation de CDC Biodiversité depuis mars 2017. Il commence sa carrière simultanément à l'Université d'Orsay et au Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels, puis rejoint l'association Noé. En 2007, il devient coordinateur des programmes Océans, climat, bio-

diversité et agriculture à la Fondation Nicolas Hulot pour la Nature et l'Homme. À partir de 2009, il est conseiller technique Biodiversité et forêt, dans le cabinet de Jean-Louis Borloo, ministre d'État en charge de l'Écologie, du Développement durable et de la Mer. Il est recruté par la LPO en septembre 2010, d'abord en tant que conseiller d'Allain Bougrain-Dubourg, président de la LPO France, puis en tant que directeur Relations extérieures, communication et partenariats. Auteur de nombreux articles scientifiques ou de vulgarisation, il a également publié plusieurs ouvrages et participé à de nombreux films documentaires sur la biodiversité.



D.R

Thierry CAQUET est enseignant-chercheur en écologie aquatique et écotoxicologie à l'Université de Paris-Sud. Il a rejoint l'INRA en 2001 pour conduire des travaux sur l'évaluation de l'impact des pollutions chimiques sur les écosystèmes aquatiques. Après avoir exercé les fonctions de chef du département d'Écologie des forêts, prairies et milieux aquatiques, il a été nommé, en juin 2017, directeur scientifique Environnement de l'INRA, devenu INRAE au 1^{er} janvier 2020. À ce titre, il a notamment pour mission de coordonner plus particulièrement les activités scientifiques et partenariales de l'Institut relatives à l'environnement. Les domaines prioritaires concernent le changement climatique, la gestion durable des ressources en eau et des sols, la biodiversité et les services des écosystèmes gérés, ainsi que les risques associés aux changements globaux et aux activités anthropiques.

Pierre-Olivier CHEPTOU est directeur de recherche au CNRS (spécialité Écologie évolutive) au Centre d'écologie



D.R

fonctionnelle et évolutive à Montpellier. Il a obtenu un Doctorat à l'Université de Montpellier en 2000. Il a ensuite effectué un post-doc à l'Université McGill (Montréal, Canada) avec le généticien des populations, Daniel J. Schoen, avant d'être recruté, en 2002, par le CNRS. Ses recherches portent à la fois sur les aspects empiriques et théoriques de l'évolution

des traits d'histoire de vie des plantes. Il s'intéresse en particulier à l'évolution rapide en réponse aux changements environnementaux. Il travaille actuellement sur plusieurs projets empiriques d'évolution des plantes dans le contexte des changements planétaires, tels que l'urbanisation, le déclin des pollinisateurs et le réchauffement climatique.

En 2004, Pierre-Olivier Cheptou a lancé un programme de recherche de terrain en milieu urbain, en collaboration avec la ville de Montpellier. Il a étudié les plantes sauvages qui se développent en ville au pied des arbres d'alignement à l'aide d'outils de génétique des populations (marqueurs génétiques) et de la démographie. Il a démontré le *turn-over* rapide des populations en ville causé par un taux d'extinction élevé au sein de celles-ci, mais contre balancé par un taux de colonisation fort. Il a également découvert que l'espèce *Crepis sancta* s'est adaptée à la matrice de béton de la ville en réduisant la capacité de dispersion de ses graines. Il a estimé qu'une telle évolution de la dispersion s'était produite en moins de douze générations, ce qui démontre la capacité des plantes à évoluer rapidement dans le contexte des changements globaux. Ce travail a été considéré comme la première démonstration empirique de l'évolution de la dispersion face à la fragmentation des habitats. Il poursuit actuellement ses recherches en milieu urbain par une approche de type « évolution expérimentale » en mettant à profit les contrastes forts d'habitats (température, fragmentation, disponibilité en pollinisateurs...) entre milieu urbain et milieu rural.

Bernard CHEVASSUS-AU-LOUIS est normalien,



© Christian Camus

biologiste et Docteur en sciences. Il préside l'association Humanité et Biodiversité. Il a réalisé sa carrière de recherche à l'INRA dans le domaine de l'aquaculture et des milieux aquatiques et a été directeur général de cet organisme. Il a été président du Muséum national d'Histoire naturelle et président du conseil d'administration de l'AFSSA (Agence

française de sécurité sanitaire des aliments). Il a également été vice-président de la CGB (Commission du génie biomoléculaire), président du Conseil scientifique du CIRAD, président du Conseil scientifique de l'Agence de l'eau Seine-Normandie, et a présidé le groupe de travail du Centre d'analyse stratégique sur la valeur économique de la biodiversité. Il a récemment publié : *Voir la*

vie autrement, *éloge de la biodiversité*, aux Éditions de l'Aube.



D.R

Marie-Claire DAVEU entame sa carrière comme conseillère technique au cabinet du Premier ministre, Jean-Pierre Raffarin, puis comme directrice de cabinet de Serge Lepeltier, ministre de l'Écologie et du Développement durable. En 2005, elle devient directrice du Développement durable du groupe Sanofi-Aventis. De 2007 à 2012, elle occupe les

fonctions de directrice de cabinet de Nathalie Kosciusko-Morizet, au sein de divers secrétariats d'État, puis au ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement.

En 2012, elle est nommée directrice du Développement durable et des relations institutionnelles internationales de Kering. Elle définit une stratégie et des objectifs ambitieux et met en place un ensemble de pratiques d'excellence au sein du Groupe et des Maisons de celui-ci. Kering est aujourd'hui un pionnier et un leader reconnu en matière de développement durable.

De nationalité française, Marie-Claire Daveu est diplômée de l'École nationale du génie rural, des eaux et des forêts (ENGREF, corps des IPEF). Elle est également titulaire d'un Diplôme d'études supérieures spécialisées (DESS) en gestion publique de l'Université Paris Dauphine.



D.R

Bruno DAVID, après des études universitaires en sciences de la Terre à l'Université Claude Bernard de Lyon et une thèse de 3^{ème} cycle de paléontologie soutenue à l'Université de Franche-Comté, entre au CNRS comme assistant ingénieur (1979). Recruté comme chercheur en 1981, il obtient un Doctorat d'État à l'Université de Bourgogne (1985). Ses recherches

sont centrées sur l'évolution biologique et la biodiversité abordées à partir de faunes fossiles et de faunes actuelles. Il a participé à plusieurs grandes missions océanographiques, notamment dans l'Océan Austral, mais aussi au Brésil, en Atlantique Nord, dans la mer des Caraïbes et dans le Pacifique à bord du submersible Nautilus.

En 1991, il est nommé directeur de recherche et prend, en 1995, la direction du Laboratoire de paléontologie du CNRS à Dijon. Il est l'artisan de l'élargissement de l'activité de ce laboratoire, devenu BIOGÉOSCIENCES, à la biologie.

Directeur adjoint scientifique de l'Institut Écologie et environnement du CNRS (INEE), il a également présidé le Conseil scientifique de l'Institut français de la biodiversité, avant de présider pendant six ans celui du Muséum national d'Histoire naturelle.

Il est, depuis le 1^{er} septembre 2015, président du Muséum national d'Histoire naturelle, où l'un de ses objectifs prin-

cipaux est de faire entendre la voix du Muséum dans le débat public, en visant à rappeler la nécessité d'intégrer davantage l'histoire naturelle dans la manière de penser nos sociétés contemporaines.



D.R

Pierre DUBREUIL, après un début de carrière professionnelle en préfecture et en collectivité territoriale, rejoint le Muséum national d'Histoire naturelle en 2001, à sa sortie de l'École supérieure de l'Éducation nationale. Pendant dix ans, il y occupera successivement les fonctions de directeur des Ressources humaines, de secrétaire général-adjoint, de se-

crétaire général, puis de directeur général des services. Pierre Dubreuil devient ensuite le premier directeur général délégué de Paris Sciences et lettres (PSL), un regroupement de grands établissements de recherche et d'enseignement supérieur (ENS, Collège de France, Dauphine, ESPCI...), avant d'être nommé, par le Président de la République, directeur général de l'Institut de recherches archéologiques préventives (INRAP) en 2013, pour exercer un mandat de 3 ans. En 2016, il est appelé par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche à prendre de nouvelles fonctions, celles de directeur général délégué du MNHN, suite à une réforme des statuts et de la gouvernance de cet établissement.

À partir de 2018, il est désigné directeur général de la préfiguration de l'Office français de la biodiversité (OFB). À l'issue de cette phase de préfiguration, Pierre Dubreuil est nommé directeur général de ce nouvel établissement public par le Président de la République, le 30 décembre 2019.

Diego GARCIA VEGA est titulaire d'un master en biologie de la conservation du University College London (UCL) et poursuit actuellement ses études à l'École des affaires internationales de Sciences Po. Il a rejoint l'Iddri dans le cadre d'un projet de recherche visant à mieux intégrer et valoriser les synergies entre agriculture et biodiversité, en vue de concrétiser un double objectif de conservation et de sécurité alimentaire. Il est également le plus jeune membre du comité exécutif de la Fondation Carasso, dont l'objectif est d'accélérer la transition vers un système alimentaire plus durable. Avant de rejoindre l'Iddri, il a participé à divers projets de recherche d'écologie de terrain en Angleterre, en Écosse, en Espagne et en Californie, et a publié sur les effets de l'utilisation des sols sur la biodiversité à partir de données globales (au sein du projet PREDICTS). Il a aussi fondé le projet Zero Food Waste UCL à Londres et a travaillé pendant un an pour l'ONU en Jamaïque et au Panama.

Katia KAROUSAKIS is Programme Lead of the Biodiversity, Land Use and Ecosystems (BLUE) programme at the OECD. She works within the Climate, Biodiversity and Water Division of the OECD Environment Directorate, which she joined in 2006. Prior this, she worked on climate



D.R

change at the U.S. Environmental Protection Agency. An environmental economist in training, Katia Karousakis has a PhD from University College London, U.K., and a Masters from Duke University, USA.



D.R

Dr **Frédéric LESNÉ** est économiste du développement spécialisé sur le thème de la gouvernance. Frédéric Lesné est conseiller en plaidoyer à TI-MG et expert anti-corruption à la GIZ (coopération allemande). Présent à Madagascar depuis 2014, Frédéric Lesné s'intéresse particulièrement aux cas de grande corruption dans le secteur des ressources naturelles.



D.R

François LETOURNEUX est vice-président du comité français de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), qu'il a présidé pendant six ans. Il est membre de l'Autorité environnementale, administrateur de l'INRAE, de la FRB, de l'OPIE et de la LPO. Il est président-fondateur de la Fête de la Nature et copréside, avec Jacques Blondel,

le conseil scientifique et d'éthique du parc et de la réserve de biosphère de Camargue.

Ingénieur agronome, forestier, sa vie professionnelle et ses engagements personnels sont depuis toujours voués à l'aménagement des territoires, à la protection de la faune, de la flore et des milieux naturels.

Il a, en 1976, créé et dirigé, pour la région Nord-Pas-de-Calais, le réseau des Parcs naturels régionaux.

Après trois années à la DATAR, et un passage au cabinet de Michel Crépeau et d'Huguette Bouchardeau, il été pendant huit ans directeur de la Protection de la nature au ministère de l'Environnement, puis a dirigé pendant douze ans le Conservatoire du Littoral.

Il est l'auteur de plusieurs ouvrages, dont *Chroniques du vivant, les aventures de la biodiversité*, avec Nathalie Fontrel (Buchet-Chastel).

Philippe MAUGUIN est (depuis janvier 2020) président directeur général d'INRAE, Institut national de la recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, issu de la fusion de l'INRA et d'Irstea – L'INRAE est un établissement public placé sous la tutelle du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation (12 000 agents et un budget de 1 Md€).

Il est également Agricultural Chief Scientist pour la France



D.R

auprès du G20 et vice-président d>Allenvi, l'Alliance nationale de la recherche pour l'environnement.

Ingénieur général des Ponts, des Eaux et des Forêts, il justifie d'un diplôme d'ingénieur agronome Agroparistech (INA Paris-Grignon 1985) et est diplômé de l'ENGREF (1987).

De 1987 à 1988, il a été chercheur en socio-économie de l'innovation (CSI, École des Mines de Paris).

Puis, il a été :

- de 1989 à 1992 : responsable du secteur des industries agro-alimentaires au ministère de la Recherche et de l'Espace,
- de 1992 à 1993 : conseiller technique auprès du ministre de la Recherche et de l'Espace,
- de 1993 à 1997 : directeur Agriculture et bioénergies à l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie),
- de 1993 à 1997 : directeur du groupement scientifique AGRICE – Agriculture pour la chimie et l'énergie,
- de 1995 à 1997 : Secrétaire exécutif de l'association européenne ERMA sur les biomatériaux,
- de 1997 à 2000 : conseiller technique, chargé de l'agriculture, de l'alimentation et de la forêt au cabinet du Premier ministre,
- de 2000 à 2002 : conseiller pour l'agriculture et la pêche au cabinet du Premier ministre,
- de 2002 à 2006 : directeur de l'Institut national des appellations d'origine (INAO),
- de 2006 à 2009 : directeur régional et interdépartemental de l'Alimentation, de l'agriculture et de la forêt pour la région Île-de-France,
- de 2009 à 2012 : directeur des Pêches maritimes et de l'aquaculture,
- de mai 2012 à juillet 2016 : directeur de cabinet du ministre de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, porte-parole du Gouvernement,
- de juillet 2016 à décembre 2019 : président directeur général de l'INRA – Institut national de la recherche agronomique.



D.R

Katrina OLE-MOIYOI est titulaire d'un Doctorat de Stanford. Elle justifie de plus de dix ans d'expérience dans la promotion d'initiatives de développement durable au sein d'entreprises privées et d'institutions de développement internationales. Elle a travaillé dans les domaines de l'agriculture et de la conservation,

et a occupé des postes opérationnels à la tête d'entreprises agricoles à croissance rapide au Kenya et en Israël. Elle a également travaillé avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture dans le cadre de programmes de conservation marine en Asie du Sud, ain-

si qu'avec une entreprise gouvernementale américaine (Chemonics International) au Sri Lanka post-tsunami, où elle a aidé à réaliser des évaluations d'impact environnemental pendant la reconstruction. Elle justifie d'une expérience professionnelle aux États-Unis, au Kenya, en Israël, en France, en Malaisie, aux Philippines et au Sri Lanka.



D.R

Ilarion PAVEL est ingénieur en chef des Mines, docteur en physique. Il travaille au Conseil général de l'Économie et au Laboratoire de physique de l'École normale supérieure, dans le domaine de la physique des particules élémentaires et interactions fondamentales. Il a été ingénieur de recherche chez Thomson-CSF et a effectué un sé-

jour post-doctoral à Caltech. Pendant trois ans, il a travaillé à la délégation régionale de la Recherche et de l'Innovation de l'Île-de-France, dans le domaine de l'innovation et du transfert de technologie. Puis, pendant cinq ans, il a été en charge du Réseau national de recherche en télécommunications, au ministère de la Recherche. Par la suite, au sein de ce même ministère, il a été conseiller scientifique en nanotechnologies.



D.R

Edward PERRY is a Policy Analyst in the Biodiversity, Land Use and Ecosystems (BLUE) programme at the OECD. He works within the Climate, Biodiversity and Water Division of the OECD Environment Directorate, which he initially joined in 2011, after which he spent two years at BirdLife International working on climate change adaptation. He

then returned to the OECD to work as a Special Advisor for two years. Edward Perry has a Master's degree from the University of Oxford.

Xavier POUX est agro-économiste de formation. Il travaille depuis plus de vingt-cinq ans sur les interfaces entre agriculture et biodiversité en Europe, du double point de vue de la mise en œuvre de l'action publique agro-environnementale et des dynamiques technico-économiques des systèmes agraires. Chef de projet à ASca et chercheur associé à l'Iddri, Xavier Poux enseigne également à Agro-ParisTech, à Sciences Po et à la Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève (HEPIA). Il a publié en 2018, avec Pierre-Marie Aubert, le scénario TYFA, qui démontre la faisabilité d'une généralisation de l'agroécologie au niveau européen.

Anne-Caroline PRÉVOT est directrice de recherche au CNRS et chercheuse au Centre d'écologie et des sciences de la conservation (CESCO), au Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN). Écologue de formation, Anne-Caroline Prévot travaille de-



D.R

puis plus de dix ans à l'interface avec les sciences humaines et sociales pour comprendre comment de nouvelles expériences de nature pourraient participer d'une transformation de nos modèles de société. Elle explore actuellement des liens avec le milieu artistique (spectacle vivant, monde de la Science-Fiction).

Anne-Caroline Prévot est responsable de l'équipe Transition écologique et expériences de nature (TEEN) au CESCO, et est vice-présidente du MAB-France, le programme scientifique de l'UNESCO « L'Homme et la biosphère ». Elle combine ses activités de recherche avec un fort engagement dans l'enseignement universitaire : elle a co-monté et est co-responsable du parcours Sociétés et biodiversité du master du MNHN, notamment le M2 « Transformations et transition socio-écologique ». Elle a aussi monté et anime un comité de science-fiction avec l'Institut de la transition environnementale de l'Alliance Sorbonne Université (SU-ITE). Anne-Caroline Prévot est (co-)autrice de plus de 60 articles scientifiques et a dirigé deux ouvrages avec Cynthia Fleury (dont *Le Souci de la nature*, paru en 2017 aux Éditions du CNRS).

Dr **Ketakandriana RAFITOSON** est juriste et chercheuse en science politique. Ketakandriana Rafitoson est directrice Exécutive de TI-MG. Passionnée par l'engagement citoyen, elle s'est spécialisée dans l'étude de l'impact de la société civile sur le processus de démocratisation, à Madagascar et ailleurs.



D.R

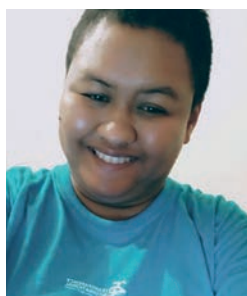
Vatsy RAKOTONARIVO est un jeune communicant engagé, diplômé en sciences de l'information et de la communication.



D.R

Convaincu de l'importance de l'information et de la communication dans la mise en place d'une bonne gouvernance, il est actuellement en charge de la communication de TI-MG.

Mialisoa RANDRIAMAMPINANINA est rédactrice en chef du réseau Malina des journalistes malgaches d'investigation, soutenu par TI-MG.



D.R

Mialisoa Randriamampianina évolue dans le monde des médias malgaches depuis une dizaine d'années.



© Geoffroy Lasne – FRB.

Jean-François SILVAIN préside depuis 2014 la Fondation pour la recherche sur la biodiversité après avoir été le président du conseil scientifique de celle-ci pendant les années qui en ont suivi la création. Ancien directeur de recherche à l'IRD et entomologiste de formation, Jean-François Silvain a étudié la systématique, l'écologie et l'évolution des

insectes tropicaux, en particulier en Guyane française. Il a dirigé pendant douze ans une unité de recherche de l'IRD consacrée aux insectes tropicaux au travers de travaux menés en Amérique du Sud et en Afrique. Ses fonctions à la FRB l'ont amené à s'intéresser à l'ensemble de la biodiversité et à l'analyse des facteurs de pression qui s'exercent sur elle. Particulièrement intéressé par la dimension internationale des activités de la FRB, il a participé, au titre des délégations françaises, à toutes les réunions plénières de l'IPBES et aux travaux qui les ont précédé.

Claire TUTENUIT, ingénieure du Corps des Mines, est déléguée générale de l'Association française des Entreprises pour l'Environnement (EpE). Créée en 1992, cette association regroupe une quarantaine de grandes entreprises françaises et internationales issues de tous les secteurs de l'économie qui veulent mieux prendre en compte l'environnement dans leurs décisions stratégiques et dans leur gestion courante.



D.R.

Géraldine VALLEJO est directrice des programmes Développement durable de Kering depuis 2013.

Géraldine Vallejo accompagne les Maisons de luxe de Kering afin de toujours mieux intégrer les aspects environnementaux et sociétaux dans l'ensemble de leurs processus et leur permettre ainsi de répondre aux objectifs ambitieux

fixés par le Groupe en matière de développement durable. Elle dirige une équipe d'experts en approvisionnement responsable et en production à faible impact environnemental. Ensemble, ils développent des lignes directrices pour les Maisons et s'assurent de leur mise en place en créant des programmes structurants et novateurs. Géraldine Vallejo est aussi en charge de l'innovation durable et de nouer des partenariats stratégiques dans ce domaine.

Au titre de ses expériences précédentes, Géraldine Vallejo a exercé onze ans au sein du Groupe VINCI, travaillant sur de grands chantiers d'infrastructures à l'international dans la branche « Constructions Grands Projets », puis chez VINCI SA et VINCI Concessions, où elle était responsable du développement durable et des partenariats scientifiques. Géraldine Vallejo est diplômée de l'École polytechnique et d'un master de l'Université de Stanford en Californie.

Sylvain VANSTON est responsable de l'intégration des facteurs de risque et des opportunités en matière environ-



D.R.

nementale, sociale et de gouvernance (ESG) dans les processus de développement de produits, de gestion des risques et d'investissement du Groupe AXA, en particulier sur les thématiques liées au changement climatique et à la biodiversité, aussi bien en tant qu'investisseur qu'assureur. Il soutient également les relations avec les analystes et les agences de notation et supervise la stratégie de *reporting* ESG du Groupe ainsi que ses objectifs en matière d'empreinte environnementale. Sylvain Vanston a étudié les relations internationales (Sciences Po Paris, London School of Economics, Kent University). Il a débuté sa carrière dans les relations publiques, puis dans la finance d'entreprise et l'analyse ISR.



D.R.

Yann WEHLING s'est engagé très tôt dans le domaine de la protection de la nature (auprès des « Jeunes pour la Nature » dans l'association Alsace-Nature dès 1986, puis en tant que membre d'Alsace-Nature, structure régionale de France Nature Environnement, pendant plusieurs années). Il est à l'initiative du collectif de quelques 50 personnalités (avec

Laurence Parisot, Nathalie Baye, Sabrina Krief et Patrick Roger) qui ont appelé, en avril dernier, à sauver les grands singes et leurs habitats. Acteur de l'écologie politique française depuis plus de vingt-cinq ans il a été porte-parole national et secrétaire général des Verts, puis du Modem, avant de s'investir dans des mandats d'élu local depuis 2014. Il a été nommé par le gouvernement ambassadeur de France à l'environnement en 2018.



D.R.

Eva ZABEY leads (Executive Director) Business for Nature, a global coalition aiming to unify the business voice to call for action and policy ambition to reverse nature loss in this decade. Previously, Eva Zabey led multiple projects at the World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) for 15 years. This included leading work on natural,

social and human capital measurement and valuation for business decision-making, towards integrated performance management, and ultimately reporting for investors. She led the development of the Natural Capital Protocol on behalf of the Natural Capital Coalition, as well as the establishment of the Social & Human Capital Coalition.

Eva Zabey is an ecology specialist having gained a BSc from Imperial College London, and a Masters in environmental management from EPFL, Switzerland. In 2012, she completed a University of London on-line course on environmental valuation techniques, and delivered a TEDx talk in 2012 on valuing nature in business. @EvaZabey1