



**2020**

Perspectives Scientifiques sur la Planète et la Société [www.cerf.fr](http://www.cerf.fr)

#### Crédits et remerciements

##### Rédacteur en chef

Alistair Scrutton, Future Earth

##### Éditrice

Nicola Jones

##### Comité éditorial (par ordre alphabétique, nom de famille)

David Akana, InfoCongo et Banque africaine de développement

Belay Begashaw, Centre des objectifs de développement durable pour l'Afrique

Anthony Capon, Monash Sustainable Development Institute, Université Monash

Owen Gaffney, Potsdam Institute for Climate Impact Research et Stockholm Resilience Centre

Daniela Jacob, Climate Service Center Germany, Helmholtz-Zentrum Geesthacht

Amy Luers, Future Earth

Johan Rockström, Potsdam Institute for Climate Impact Research

Robert Scholes, Global Change Institute, Université du Witwatersrand

Gail Whiteman, Pentland Centre for Sustainability in Business, Université de Lancaster, Royaume-Uni

##### Équipe de coordination Future Earth

Andréa Ventimiglia, Fanny Boudet, Kaela Slavik

##### Équipe de Future Earth sur l'enquête des risques mondiaux

Sylvia Wood, Jennifer Garard

##### Conception

Storythings et Alex Parrott, No One Right Answer

##### Représentation graphique de données statistiques

Duncan Geere

##### Traduction

Camille Richou

#### Contributeurs

##### (par ordre alphabétique)

Analysis, Integration and Modelling of the Earth System (AIMES)

bioDISCOVERY

Earth System Governance (ESG)

Emergent Risks and Extreme Events Knowledge-Action Network

Finance and Economics Knowledge-Action Network

Global Mountain Biodiversity Assessment (GMBA)

Health Knowledge-Action Network

Integrated Marine Biosphere Research (IMBeR)

Natural Assets Knowledge-Action Network

Past Global Changes (PAGES)

Programme on Ecosystem Change and Society (PECS)

SDG Transformations Forum

Surface Ocean-Lower Atmosphere Study (SOLAS)

Urban Knowledge-Action Network

Water-Energy-Food Nexus Knowledge-Action Network

#### Notes

Les opinions exprimées dans ce rapport ne reflètent pas nécessairement celles de l'ensemble de la communauté Future Earth.

Future Earth est régi par l'International Science Council (ISC), le Belmont Forum, l'Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO), le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), l'Université des Nations unies (UNU), l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Science and Technology in Society (STS) forum.

##### Date de publication

février 2020

##### Citation suggérée

Future Earth.

Notre futur sur Terre 2020.

[www.futureearth.org/publications/our-future-on-earth](http://www.futureearth.org/publications/our-future-on-earth)



## AVANT-PROPOS

L'humanité se trouve à un stade critique de sa transition vers une planète et une société plus durables. Nos actions au cours des prochaines décennies détermineront notre avenir commun sur Terre. Faire de cette planète un endroit où les individus peuvent s'épanouir dans l'équité, la prospérité et la paix est une tâche qui incombe à de nombreux acteurs.

Future Earth travaille pour la construction de cet avenir commun. Officiellement créé en 2015, Future Earth s'appuie sur plus de trois décennies de recherches sur les changements environnementaux à l'échelle mondiale, commencées avec les programmes : International Geosphere-Biosphere Programme, Diversitas, et International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change. Avec des bureaux dans 20 pays et près de 30 réseaux de recherche et d'action, nous collaborons avec différents groupes sociétaux pour développer conjointement des connaissances qui accéléreront les transformations vers la durabilité mondiale.

Le rapport « Notre futur sur Terre » entend retracer l'histoire de notre voyage collectif et de son étape présente en établissant des liens entre ce que les sociétés vivent actuellement – des incendies aux pénuries alimentaires en passant par la montée du populisme – et les dernières avancées de la recherche. Les experts en sciences physiques et sociales ont beaucoup à dire sur les facteurs à l'œuvre dans les événements que nous vivons, et dans ce rapport, la science aide à trouver les moyens de prendre une direction plus durable.

Ce premier rapport « Notre futur sur Terre » décrit comment notre avenir sur Terre se dévoile tout en nous rappelant que c'est un avenir que nous construisons ensemble.

##### Amy Luers

Directrice exécutive, Future Earth



# AUJOURD'HUI, NOTRE TÂCHE LA PLUS PRESSANTE EST PEUT-ÊTRE DE CONVAINCRE LES NATIONS DE LA NÉCESSITÉ DE REVENIR AU MULTILATÉRALISME



## PRÉFACE

Notre monde se trouve à un carrefour. Des menaces graves – de la crise climatique au risque de guerre nucléaire – pèsent sur notre existence même et demandent des mesures urgentes. En 2020, nous devons faire des choix audacieux, collectifs et positifs pour travailler ensemble et assurer notre avenir commun, sans nous cacher derrière de vieux dogmes, des politiques inefficaces ou un certain défaitisme.

Après plusieurs décennies d'engagement pour le développement durable et la justice sociale, je suis convaincue qu'il est essentiel d'adopter une approche collaborative et inclusive. En tant que ministre de l'Environnement de la Norvège dans les années 1970, j'ai œuvré à l'application d'un modèle de développement qui puisse bénéficier à tous, protéger notre planète et promouvoir la paix. J'ai poursuivi ce travail en tant que Première ministre dans les années 1980, tout en siégeant à la commission mondiale sur l'Environnement et le Développement des Nations unies.

Je suis fière de pouvoir dire que notre rapport de 1987, « Notre avenir à tous », est devenu un document de référence qui a porté le développement durable à l'attention des présidents, des premiers ministres et des ministres des Finances.

Le monde d'aujourd'hui est incommensurablement différent de celui des années 1980. La Guerre froide est terminée, des millions de personnes sont sorties de la pauvreté, et internet a changé notre manière de communiquer en ouvrant de nouvelles conversations et en faisant tomber des barrières. Mais simultanément, des pandémies mortelles peuvent se répandre comme une traînée de poudre dans nos sociétés interconnectées et mondialisées ; tout comme le fléau du terrorisme ne connaît pas de frontière et n'adhère à aucun « droit de la guerre » tel qu'il a été établi par les conventions de Genève.

Les valeurs et les institutions du multilatéralisme sont menacées, à la fois par une résurgence des dirigeants autoritaires et par la présence de politiciens cyniques ou faibles dans les démocraties établies. Face à une transformation aussi radicale de nos paradigmes économiques et sociaux, on peut comprendre que de nombreuses personnes, de tous horizons, se sentent dépassées et cherchent du réconfort dans les récits simplistes d'un « âge d'or » révolu où ils avaient l'impression d'être maîtres de leur destin. Il est profondément irresponsable en revanche, de la part des politiciens, d'exploiter ou d'entretenir délibérément ces illusions pour conquérir et garder le pouvoir, sachant parfaitement qu'aucun pays, aussi puissant soit-il, n'est capable de résoudre seul les grands problèmes mondiaux.

La variété impressionnante d'articles du rapport « Notre futur sur Terre » illustre l'ampleur du défi que nous devons affronter en tant que citoyens du monde, mais aussi l'intelligence et la créativité dont nous pouvons faire preuve pour créer un changement profond en s'appuyant sur le militantisme des jeunes et des acteurs de terrain. En relisant les mots que j'ai écrit dans l'avant-propos du rapport « Notre avenir à tous », en 1987, je suis frappée de voir à quel point ils restent d'actualité :

« Aujourd'hui, notre tâche la plus pressante est peut-être de convaincre les nations de la nécessité de revenir au multilatéralisme. [...] Le défi consistant à trouver des voies de développement durable devrait nous fournir l'élan – nous mettre face à l'impératif – de chercher des solutions multilatérales et une restructuration de la coopération économique internationale. »

En faisant face à notre avenir en 2020, j'espère que nous pourrions tirer les leçons du passé afin de nous battre sans relâche pour un monde meilleur, plus juste, plus propre et plus pacifique pour tous.

### **Gro Harlem Brundtland**

Membre fondatrice de 'The Elders',  
Présidente de la Commission mondiale sur  
l'environnement et le développement (1983–1987)  
et ancienne Première ministre de la Norvège



## TABLE DES MATIÈRES

<b>INTRODUCTION</b> . . . . .	<b>06</b>
<b>RISQUES MONDIAUX</b> . . . . .	<b>14</b>
<b>CLIMAT</b> . . . . .	<b>18</b>
<b>POLITIQUE</b> . . . . .	<b>30</b>
<b>OCÉAN</b> . . . . .	<b>36</b>
<b>MIGRATIONS FORCÉES</b> . . . . .	<b>44</b>
<b>MÉDIAS</b> . . . . .	<b>52</b>
<b>BIODIVERSITÉ</b> . . . . .	<b>60</b>
<b>FINANCE</b> . . . . .	<b>68</b>
<b>ALIMENTATION</b> . . . . .	<b>74</b>
<b>TRANSFORMATION</b> . . . . .	<b>82</b>
<b>INNOVATIONS NUMÉRIQUES</b> . . . . .	<b>90</b>



*Réseau de puits de fracturation dans le champ pétrolier et gazier de Jonah, Wyoming.*

## INTRODUCTION

# PLANIFIER L'AVENIR

**Gaia Vince**

Journaliste scientifique, Londres, Royaume-Uni ;  
auteur de *Adventures in the Anthropocene* (2014),  
et de *Transcendence* (2019)



**Nous vivons un moment passionnant de l'histoire de l'humanité : nous formons une grande population face à des défis environnementaux sans précédent et, pourtant, nous avons encore le temps et la capacité d'empêcher des conséquences extrêmes, telles que l'emballage du climat et l'extinction de la faune, de se produire. Le futur est entre nos mains – mais, pour l'instant, de manière inégale. Notre capacité à agir et à nous adapter dépend de notre position dans la société. L'avenir doit être non seulement plus durable, mais aussi plus résilient et plus juste.**

Ce rapport présente un instantané de notre monde au début de l'année 2020 et nous aide à comprendre la situation de cet écosystème biophysique et humain unique que nous habitons en tant qu'espèce capable de transformer une planète. Il établit des liens entre les événements mondiaux les plus récents et les derniers travaux de la recherche, en présentant notamment les perspectives des sciences physiques et sociales pour explorer où nous sommes, où nous souhaitons aller et comment nous pourrions nous y rendre. Il comprend également une enquête demandant à des scientifiques de classer les principaux risques systémiques mondiaux dans les années à venir (voir le chapitre « Risques mondiaux »).

L'Homme est aujourd'hui le principal facteur des changements planétaires, et il convient de cibler les systèmes humains si nous souhaitons changer la donne. Cela implique de nous confronter à des systèmes sociétaux tels que le populisme, la finance et la transmission de l'information, parallèlement aux pratiques et aux technologies émettrices de gaz à effet de serre, de l'utilisation des combustibles fossiles à la production alimentaire.

C'est une époque particulièrement intéressante pour examiner ces problèmes : l'année dernière a été marquée par une véritable prise de conscience des sociétés face aux dangers du changement environnemental, ainsi que par une demande de mesures pour un avenir durable. Tout au long de l'année 2019, des citoyens ont dénoncé le « dérèglement climatique » et exigé de leurs gouvernements et institutions qu'ils déclarent « l'état d'urgence climatique » (les dictionnaires Oxford ont choisi « urgence climatique » comme mot de l'année 2019). Simultanément, les appels à l'action contre la pollution atmosphérique et les plastiques à usage unique se sont multipliés.

Les historiens débattront certainement de ce qui a suscité cette soudaine mobilisation, voire cette colère, de l'opinion publique. Il n'y a pas eu de facteur unique, mais plutôt une combinaison d'événements, appuyés par plus de trois décennies de travaux du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Cette mobilisation était déjà peut-être annoncée par le naturaliste nonagénaire David Attenborough dans cet épisode poignant de *Blue Planet II*, une série documentaire de 2017 sur la biodiversité marine diffusée par la BBC, où des parents albatros donnent du plastique à manger à leurs poussins. Selon une étude,<sup>1</sup> cet épisode a incité plus de 80 % des spectateurs à changer leur comportement, et il est souvent crédité pour la demande générale des consommateurs de réduction du plastique dans les emballages.

Vers la fin 2018, un rapport spécial du GIEC a décrit dans quelle mesure l'impact d'un réchauffement à 1,5 °C au-dessus des niveaux préindustriels était moins grave que celui d'un réchauffement à 2 °C, la cible de l'accord de Paris adopté en 2015. Le rapport conclut que la limitation du réchauffement à 1,5 °C est bien meilleure pour les écosystèmes et les communautés, et que cela nécessite des mesures urgentes et radicales pour réduire les émissions de dioxyde de carbone et retirer les gaz à effet de serre de l'atmosphère (voir le chapitre « Climat »).

Peu après la publication de ce rapport, le mouvement social écologiste Extinction Rebellion a bloqué cinq ponts sur la Tamise, à Londres – suscitant de nombreuses perturbations et une large couverture médiatique – afin de demander au

gouvernement d'agir pour protéger la biodiversité et parvenir à zéro émission nette de gaz à effet de serre d'ici 2025. Puis, à peine quelques semaines plus tard, lors de la réunion de décembre de la Conférence des Nations unies sur le changement climatique en Pologne, Greta Thunberg, une militante suédoise de 15 ans, délivrait un discours puissant et plein d'émotions – un véritable appel aux armes – à destination des chefs d'État mondiaux. Son voyage avait commencé il y a plusieurs mois, par des manifestations quotidiennes et solitaires devant le Parlement suédois avec un panneau appelant à agir contre le changement climatique.

Ces événements ont eu lieu dans un contexte de réchauffement global du climat et de multiplication des phénomènes météorologiques extrêmes. Au moment où nous rédigeons ces lignes, 2019 était en passe de devenir la troisième année la plus chaude jamais enregistrée. En 2019, des feux de forêt ont ravagé l'hémisphère Nord et l'Australie. Les vagues de chaleur estivales ont produit des températures supérieures à 45 °C en Europe et 50 °C en Inde, au Pakistan et en Australie, battant des records et tuant des centaines de personnes. Dans le même temps, la disparition de la banquise arctique a atteint son second pic depuis les premiers relevés satellites, il y a 40 ans, tandis

que la fonte de la calotte glaciaire s'est accélérée de manière inquiétante au Groenland. À Chennai, ville indienne de 10 millions d'habitants, une sécheresse dévastatrice, associée au mauvais état des infrastructures, a causé des pénuries d'eau si graves qu'elles ont donné lieu à des affrontements dans les rues. Peu après, la mousson la plus intense depuis 25 ans provoquait des inondations catastrophiques dans 13 États de l'Inde, occasionnant au moins 1 600 décès. Au Kerala, au moins 100 000 personnes ont dû être évacuées. En septembre, Lorenzo est devenu l'ouragan le plus grand et le plus puissant à atteindre l'est de l'Atlantique, touchant l'Irlande et le Royaume-Uni, quelques semaines seulement après que l'ouragan de catégorie 5 Dorian ait dévasté les Bahamas.

Tous ces phénomènes ont motivé des actions à l'échelle mondiale, réunissant jeunes et vieux, riches et pauvres, pour mettre la pression sur les gouvernements et les entreprises. Les grèves scolaires du vendredi de Greta Thunberg ont été reprises dans plusieurs pays, et des protestations coordonnées de plus d'un million d'enfants ont été organisées. Les militants d'Extinction Rebellion ont fermé des rues et des entreprises partout dans le monde, notamment au Royaume-Uni, aux États-Unis et en Australie, ralliant généralement l'opinion publique à leur cause en dépit des nuisances. De l'autre côté de l'Atlantique, aux États-Unis, la députée démocrate au Congrès Alexandria Ocasio-Cortez a commencé l'année avec le Green New Deal : un projet de loi ambitieux pour réduire les émissions de carbone dans de nombreux secteurs de l'économie, de la production électrique aux transports en passant par l'agriculture. Le plan pourrait en outre créer des emplois et stimuler l'économie. Si le projet a été bloqué au Sénat, l'idée est soutenue par une grande partie des Américains.

Des « accords verts » ont été proposés par plusieurs pays, et ils pourraient bien impulser des changements profonds s'ils sont adoptés. La plupart ne sont encore qu'à l'état de projet et rien ne garantit qu'ils bénéficieront des appuis nécessaires. L'avenir est, comme toujours, incertain.

Les projections les plus fiables de notre avenir sont démographiques : nous pouvons prédire approximativement le nombre d'êtres humains sur Terre en 2050 : 9,7 milliards. Pour la fin du siècle, cependant, même les prédictions de population deviennent plus floues : entre 9 et 12 milliards. La population mondiale pourrait bien atteindre un pic avant 2100 puis décliner. Nous ne le savons tout simplement pas.<sup>2</sup> Cela dépend d'un ensemble de facteurs, comme l'éducation des femmes et des filles, qui a tendance à réduire les taux de reproduction nationaux. Plus important encore, ce n'est pas que le nombre de personnes sur Terre qui sera décisif, mais où et comment elles vivront. À l'heure actuelle, un petit pourcentage d'individus aisés exerce de loin l'influence la plus marquante sur notre planète.

Heureusement, le présent est bien plus de l'ordre du connaissable et nous n'avons jamais eu autant d'outils à notre disposition. Nous pouvons maintenant voir les changements que nous produisons en temps réel, du point de vue de la planète : les relevés aériens peuvent quantifier la photosynthèse en Amazonie, tandis que les images satellites nous indiquent la trajectoire d'un ouragan s'approchant des îles des Caraïbes. Les satellites enregistrent les changements de températures de la surface de la Terre heure par heure, et les carottes glaciaires et la cire épicuticulaire nous révèlent des détails sur les climats du passé.

La science nous permet de voir notre planète à toutes les échelles, du micro au macro, et sur des longues périodes de

temps, offrant ainsi une perception inédite de l'Anthropocène. Mais comment ces connaissances seront-elles exploitées ? Les utiliserons-nous pour tirer des profits ou rendre notre avenir plus équitable ? Serviront-elles à redonner sa place à la nature ?

### Vivre dans l'Anthropocène

Nous ne sommes pas la première génération à changer notre environnement. Les premiers humains qui sont sortis de la savane ont transformé leur habitat – brûler des forêts pour faire de la place, chasser les plus gros animaux jusqu'à l'extinction, découper des montagnes pour installer des rizières, dévier des cours d'eau, et creuser dans la terre et la roche pour construire des villes. Mais les changements occasionnés par les humains au cours des dernières décennies ont atteint une telle ampleur que nous avons altéré notre planète bien au-delà de tout ce qu'elle a connu au cours de ses 4,5 milliards d'années d'existence. Notre influence est si profonde qu'elle a poussé la planète dans une nouvelle époque que les géologues appellent Anthropocène : l'âge des humains.

Dans plusieurs millions d'années, sous les couches de roches de la surface terrestre, une fine bande révélera la présence de l'Homme tout comme nous pouvons voir aujourd'hui des preuves de l'existence des dinosaures au Jurassique ou de l'explosion de la vie au Cambrien. Notre présence expliquera le changement de la composition chimique des océans, la perte des forêts et l'extension des déserts, la construction de barrages sur les cours d'eau et le retrait des glaciers. Les fossiles témoigneront de l'extinction de plusieurs animaux (à un rythme actuel plus de 1 000 fois supérieur au taux historique<sup>3</sup>), de l'empreinte chimique de matériaux comme les sacs en plastique, et de l'empreinte physique de projets pharaoniques comme les mines de sables bitumineux



La députée Alexandria Ocasio-Cortez a présenté un projet de loi ambitieux visant à réduire les émissions de carbone dans tous les secteurs de l'économie américaine.

de l'Alberta, au Canada, qui déplacent chaque année deux fois plus de terre que les flux de tous les cours d'eau du monde.

Dans l'Anthropocène, l'humanité est devenue une force géophysique comparable à d'autres phénomènes caractéristiques d'ères passées comme les collisions d'astéroïdes ou la formation de volcans sur la croûte terrestre. La Terre est une planète d'humains. Nous sommes aujourd'hui les gros animaux les plus nombreux sur Terre, et les suivants sont les animaux que nous élevons pour nous nourrir et nous servir. Les quatre dixièmes de la surface terrestre sont utilisés pour faire pousser notre nourriture. Nous contrôlons les trois quarts des sources d'eau douce. Près de 75 % de l'écologie terrestre a été profondément modifiée par les humains.<sup>4</sup>

En transformant la Terre, nous pouvons vivre plus longtemps et en meilleure santé, mais aussi plus nombreux que jamais. Nous sommes dorénavant près de 8 milliards d'individus. Un homme de 72 ans a aujourd'hui la même espérance de vie qu'un homme préhistorique de 30 ans.<sup>5</sup> Le taux de mortalité des enfants de moins de cinq ans a été divisé par cinq depuis 1950, et le nombre de femmes qui meurent en accouchant a presque réduit de moitié depuis 1990.<sup>6</sup> Le monde devient un endroit plus sûr pour vivre et grandir, en grande partie grâce à la médecine moderne et à une nourriture abordable et abondante.

Nous avons amélioré la planète à bien des égards pour assurer notre survie, mais nous l'avons aussi dégradée : en utilisant ses ressources, en tuant sa biodiversité, en la polluant avec nos déchets et en éprouvant sans cesse davantage sa capacité à nous soutenir. Nous pouvons surmonter une partie de ces conséquences négatives par les avancées technologiques, la migration et d'autres formes d'adaptation. Pour d'autres, il nous faudra faire machine arrière. Pour le reste, nous devons apprendre à vivre avec.

Les humains ne sont plus des animaux comme les autres : nous avons des droits spécifiques qui doivent être garantis par le développement, notamment l'accès à la santé et l'électricité – même à internet. Les questions de justice sociale et de protection environnementale sont étroitement liées.

## L'ANNÉE DERNIÈRE A ÉTÉ MARQUÉE PAR UNE VÉRITABLE PRISE DE CONSCIENCE DES SOCIÉTÉS FACE AUX DANGERS DU CHANGEMENT ENVIRONNEMENTAL

En 2015, les États membres des Nations unies se sont accordés sur 17 objectifs de développement durable (ODD) à atteindre avant 2030, un plan universel assurant un avenir meilleur pour tous et reconnaissant que nos besoins sont connectés entre eux et avec notre environnement. Les ODD relèvent les défis mondiaux auxquels nous sommes confrontés, notamment ceux liés à la pauvreté, aux inégalités, au climat, aux dégradations environnementales, à la prospérité, et à la paix et la justice. Nous avons déjà passé un tiers du délai jusqu'à la date cible de 2030, et malgré le chemin parcouru dans de nombreux domaines, pour certains objectifs, les progrès ont été trop lents quand ils ne se sont pas inversés. Par exemple, même si la pauvreté extrême a atteint son niveau le plus faible depuis le début du suivi, nous ne sommes pas en bonne voie pour y mettre fin d'ici 2030.

### Réfléchir ensemble

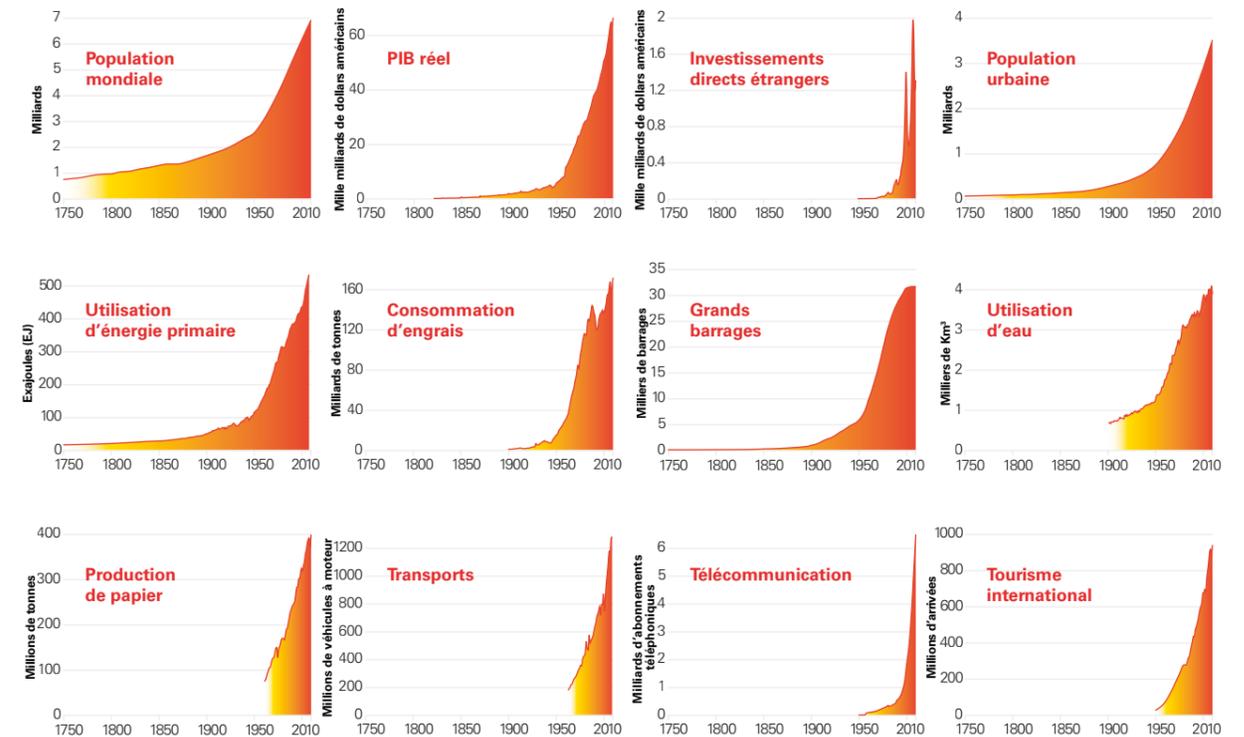
Les problèmes environnementaux que nous connaissons sont systémiques : il sont le résultat de changements physiques, chimiques, biologiques et sociaux qui interagissent et s'alimentent mutuellement. Comprendre comment nos actions dans certains domaines, comme l'extraction dans les cours d'eau, affectent d'autres domaines, comme l'approvisionnement alimentaire, peut s'avérer complexe. C'est précisément ce que les scientifiques, les sociologues, les économistes, les écologues et d'autres spécialistes s'efforcent de faire. Et s'il est vrai que nos pratiques dans un domaine peuvent avoir un impact dans de nombreux autres, c'est aussi heureusement le cas pour les mesures de restauration : l'amélioration de la biodiversité dans les écosystèmes des zones humides peut réduire la pollution de l'eau et l'érosion des sols, et protéger les cultures des tempêtes. L'Anthropocène sera ce que nous en ferons et nous pouvons faire en sorte qu'il soit bon.

Les chapitres qui suivent dessinent l'état actuel de notre planète et identifient les défis qui nous attendent pour créer un bon Anthropocène. Plus important encore, ils suggèrent comment améliorer nos perspectives futures pour établir des sociétés durables capables de vivre dans leurs limites environnementales. Ces chapitres reflètent nécessairement les opinions de leurs auteurs, basées sur leur expertise et des travaux de recherche revus par des pairs : d'autres visions de l'avenir sont possibles, bien sûr, et toutes doivent contribuer au débat.

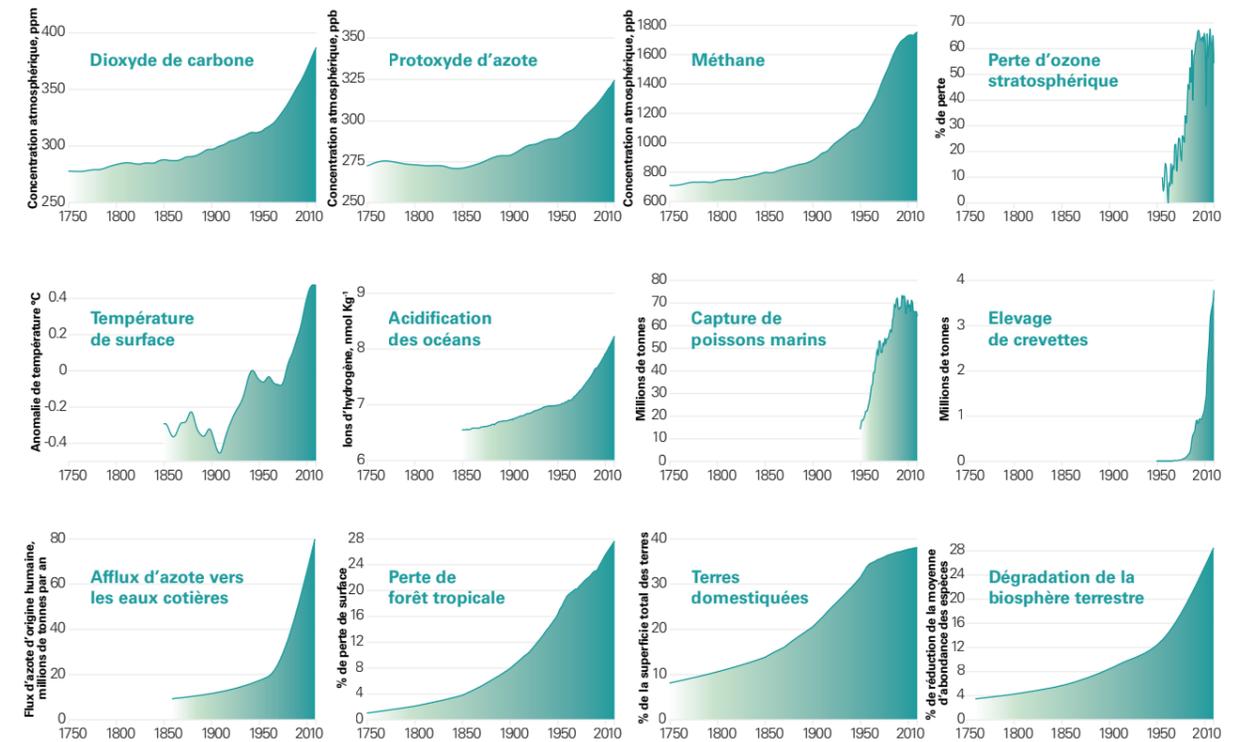
En tant qu'espèce, nos actions sur la planète s'organisent à travers des structures politiques, et la récente montée du populisme est l'un des sujets d'inquiétude identifiés par les auteurs dans les chapitres qui suivent. Le populisme se caractérise par un déni de complexité, y compris la complexité des dommages environnementaux et des interactions systémiques et multidimensionnelles nécessaires pour atteindre la durabilité. Mais les organisations de terrain, les militants et les populations indigènes commencent à faire le lien entre justice sociale et protection de l'environnement. Le mouvement qu'ils ont initié prend de l'ampleur (voir le chapitre « Politique »)

L'augmentation du risque financier posé par les changements climatiques et environnementaux – identifié comme risque principal par les assureurs pour leur secteur – constitue une autre tendance importante. La première faillite liée au changement climatique a eu lieu en 2019, lorsque le principal distributeur d'électricité de Californie, PG&E, a déposé le bilan après avoir été soupçonné d'être à l'origine d'un incendie dévastateur. Dans l'Anthropocène, les risques de catastrophes naturelles et de phénomènes météorologiques extrêmes vont s'accroître, entraînant avec eux des coûts

### Tendances socio-économiques



### Tendances du système terrestre



### La Grande accélération

L'influence croissante de l'humanité sur la planète peut être observée à travers des mesures biogéophysiques et sociales. Source : Adaptation des données de Steffen, W. et al. 2015. *The Anthropocene Review*, 2(1), 81–89. <https://doi.org/10.1177/2053019614564785>



humains, mais aussi une envolée des prix des assurances, des ressources et d'autres marchandises. Mais notre système financier peut également accélérer la transition vers la durabilité. Les investissements, obligations et autres prêts socialement responsables et verts contribuent, par exemple, au financement des projets d'énergies renouvelables. Les prêts verts seraient peut-être même moins risqués que les prêts traditionnels en raison de leur résilience (voir le chapitre « Finance »).

Le renforcement de la résilience financière doit aller de pair avec la résilience de nos communautés. Dans l'Anthropocène, les populations devront s'adapter à des conditions changeantes et inhospitalières – phénomènes météorologiques extrêmes, érosion des côtes, montée du niveau de la mer, appauvrissement des sols, canicules et autres. Les migrations seront une stratégie importante d'adaptation, avec un potentiel d'amélioration des vies et des moyens de subsistance pour les migrants comme pour les communautés hôtes. Mais les obstacles à la migration pourront mener à plus de misère et à des pertes de vies humaines. La plupart de ces tragédies pourraient être évitées grâce à une planification pragmatique anticipant les changements démographiques inévitables et accueillant les mouvements humains avec des infrastructures et des programmes d'intégration sociale ciblés (voir le chapitre « Migrations forcées »).

L'évolution des lieux et des modes de vie de la population mondiale a également un impact massif sur les paysages, dont presque la moitié sont utilisés pour produire notre nourriture. Aujourd'hui, les taux de malnutrition ont tendance à remonter pour la première fois depuis des années, et ce malgré une augmentation de la quantité de nourriture produite par habitant. Alors que nous sommes plus nombreux et qu'une part croissante d'individus opte pour un régime alimentaire carné, nous devons produire plus de nourriture sur des sols moins riches, avec un climat moins fiable et des pénuries d'eau douce plus fréquentes. Près d'un tiers de la nourriture est jetée : dans les pays pauvres, c'est généralement le manque de réfrigération, le mauvais état des routes et d'autres problèmes infrastructurels qui sont en cause ; dans les pays riches, le gâchis a souvent lieu après l'achat par les supermarchés, les ménages et les points de vente alimentaires. Il y a d'immenses marges de progrès dans ce domaine. Simultanément, la modernisation des technologies agricoles et de l'irrigation, ainsi que les évolutions sociétales vers une réduction de la consommation de viande et de produits laitiers laissent espérer un avenir plus durable (voir le chapitre « Alimentation »).

Les médias jouent un rôle important pour diffuser et remettre l'information dans son contexte, demander des comptes aux puissants et servir de porte-voix aux communautés marginalisées. En 2019, les « fake news » ont continué de se propager, souvent financées par ceux qui ont intérêt à empêcher les lois favorisant la justice sociale et la protection environnementale de passer. Mais nous avons aussi vu la mise en place d'une riposte par les groupes de vérification des faits, notamment l'organisme Full Fact au Royaume-Uni. Suite aux scandales de « fake news » qui ont pesé sur les élections aux États-Unis, au Kenya et en Europe, les géants des réseaux sociaux devront peut-être rendre des comptes – certains signes suggèrent que Facebook pourrait par exemple être soumis à une réglementation plus stricte (voir le chapitre « Médias »).

En dépit de ces inconvénients, les médias numériques occupent une place centrale parmi les outils de communication et de collaboration en permettant aux

individus du monde entier de transmettre des connaissances, partager des idées et trouver des solutions à nos problèmes sociaux et environnementaux. La numérisation d'autres systèmes pourrait améliorer notre durabilité. Par exemple, le suivi numérique de l'utilisation des ressources, comme l'eau et l'engrais dans l'agriculture, peut renforcer l'efficacité de la production et modifier les comportements (voir le chapitre « Innovations numériques »).

Exceptionnellement, il n'y aura pas de rapport du GIEC sur le climat en 2020 (les scientifiques préparent des rapports et des réunions internationales majeurs pour 2021 et 2022). Ce sera, cependant, une année importante pour les océans, avec la mise en place d'un traité international visant à protéger la haute mer – la dernière étendue sauvage de notre planète – de la surpêche, de l'exploitation minière et d'autres menaces (voir le chapitre « Océan »). En 2020, il y aura également une nouvelle réunion de la Convention sur la diversité biologique, à Pékin, pour négocier un nouvel accord pour la nature. La réunion aura pour objet l'extension de l'accord atteint en 2010 pour mettre fin à la perte de biodiversité d'ici 2020 et qui a manifestement échoué en dépit de quelques réussites ponctuelles (voir le chapitre « Biodiversité »). Mais le facteur le plus décisif sur le plan politique sera sans doute les élections présidentielles américaines qui, parallèlement au rôle du pays sur la scène internationale, fixeront le cap en matière de financements nationaux pour les projets environnementaux et sociaux, législation, recherche, investissements et motivation de la population à trouver les modalités durables de l'Anthropocène.

Nous avons de bonnes raisons d'espérer : il n'y a jamais eu autant de superficie terrestre et maritime bénéficiant d'une forme ou d'une autre de protection – un petit État insulaire du Pacifique, les Palaos, s'apprête par exemple à fermer 80 % de son espace maritime (une superficie plus grande que la Californie) à la pêche commerciale et à l'exploitation minière afin de créer un sanctuaire pour ses 1 300 espèces de poissons et 700 types de coraux. On constate également une montée en puissance de l'agriculture urbaine et des écosystèmes architecturaux – les urbanistes redoublent d'efforts pour verdir les espaces artificiels avec des parcs et des jardins, créant ainsi de nouveaux écosystèmes qui encouragent les urbains à se rapprocher de la nature.

Les changements que nous devons opérer sont immenses ; et ils nous mèneront à un nouveau paradigme. Nous devons revoir de fond en comble la manière dont nous aidons les entreprises, mesurons les progrès, valorisons la diversité, et reconnaissons l'importance de l'équité sociale. Ces transformations sont possibles – elles ont déjà eu lieu et nous devons les reproduire (voir le chapitre « Transformation »). Mais toute reformulation majeure des modes de fonctionnement de la société s'écrit à travers nos actions individuelles en tant qu'électeur, consommateur, jardinier, parent et témoin.

En 2020, nous ne pouvons plus prétendre que nous ne savons pas – les bouleversements environnementaux sont partout dans les médias. Chaque jour, nos choix, petits et grands, se répercutent dans l'ensemble de la société, ils se multiplient et s'additionnent jusqu'à former une formidable vague. Même si certains changements environnementaux semblent définitifs ou trop difficiles à défaire, nous avons le pouvoir de changer les systèmes de justice sociale qui modulent l'impact qu'ils ont sur nous. Chacun de nous vit dans un micro-environnement local qu'il peut soit dégrader, restaurer ou améliorer. Chaque petit morceau de notre planète appartient à un tout qui le dépasse, tout comme nous appartenons à une humanité

# ENQUÊTE SUR LES PERCEPTIONS DE LA COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE

**Maria Ivanova**

Center for Governance and Sustainability,  
John W. McCormack Graduate School of Policy and Global Studies,  
Université du Massachusetts, Boston, États-Unis

**Markus Reichstein**

Département d'intégration biogéochimique,  
Max Planck Institute for Biogeochemistry, Allemagne

**Matthias Garschagen**

Département de géographie, relations homme-environnement,  
Université Louis-et-Maximilien de Munich, Allemagne

**Qian Ye**

Integrated Risk Governance project, Professeur,  
State Key Laboratory of Earth Surface Processes and  
Resource Ecology, Université normale de Pékin, Chine

**Kalpna Chaudhari**

Institute for Sustainable Development and Research,  
ISDR, Inde

**Sylvia Wood**

Chargée de mission scientifique, Future Earth, Canada



**Une enquête réalisée par Future Earth auprès de 200 scientifiques a identifié cinq risques mondiaux pouvant s'influencer et s'amplifier mutuellement jusqu'à provoquer une crise systémique mondiale : échec des mesures d'atténuation et d'adaptation au changement climatique ; phénomènes météorologiques extrêmes ; perte majeure de biodiversité et effondrement d'écosystèmes ; crises alimentaires ; crises de l'eau.**

Ces enjeux reçoivent déjà une attention considérable dans la presse et la littérature scientifique – ils sont également décrits dans certains des chapitres de ce rapport (*voir les chapitres « Climat », « Biodiversité » et « Alimentation »*). Mais l'enquête met avant tout l'accent sur le caractère particulièrement inquiétant de l'interaction entre ces cinq risques.

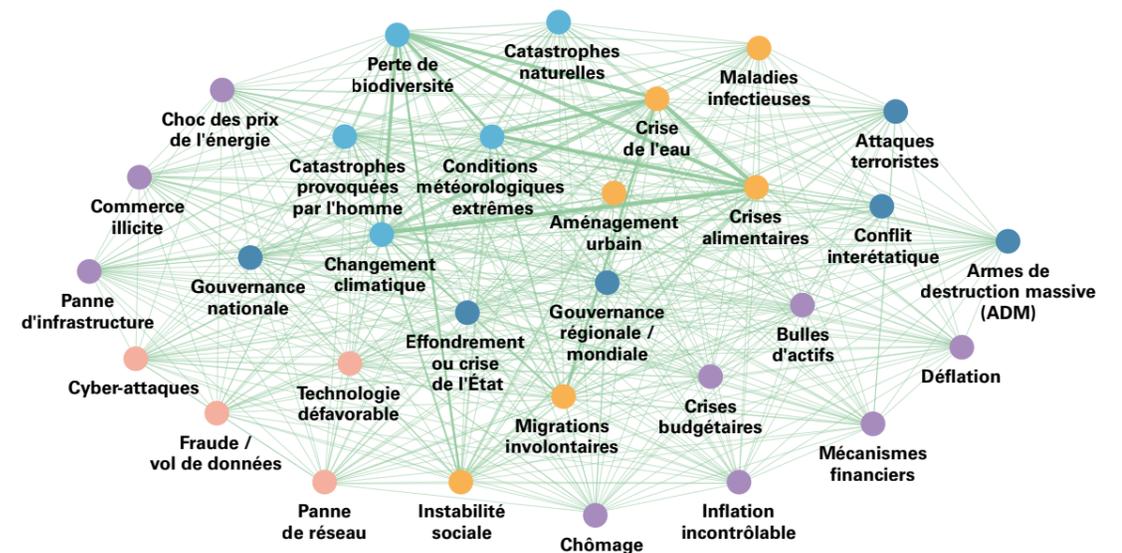
Plusieurs sous-ensembles de ces risques se sont en outre révélés être des thèmes clés des diverses questions posées aux scientifiques durant notre enquête. Quatre des cinq risques – changement climatique, phénomènes météorologiques extrêmes, perte de biodiversité et crises de l'eau – ont été perçus comme les plus probables et les plus graves pour l'humanité. Deux d'entre eux – le changement climatique et la perte de biodiversité – semblent également nous mener vers un avenir difficile et inévitable.

En tant que conseillers scientifiques de cette enquête, nous appelons les chercheurs, les chefs d'entreprises et les dirigeants politiques du monde entier à prêter de toute urgence attention à ces cinq risques mondiaux, et à veiller à ce qu'ils soient traités comme des systèmes interdépendants, plutôt que d'y répondre isolément l'un après l'autre. Pour relever les défis auxquels l'humanité et la planète seront confrontées, il est essentiel de comprendre les modes d'intégration et d'interaction de ces risques.

## Un réseau de risques

Cette nouvelle enquête complète et enrichit d'autres efforts visant à évaluer la probabilité et l'importance des divers risques menaçant l'humanité et la planète. Le Forum économique mondial (FEM), par exemple, réalise depuis 2006 une enquête sur la perception des risques mondiaux ciblant des décideurs du milieu des affaires, de la politique, de la recherche et de la société civile. Leur rapport de 2019 sur les risques mondiaux compile les réponses de près d'un millier de décideurs qui ont identifié les phénomènes météorologiques extrêmes et l'échec des mesures d'atténuation et d'adaptation au changement climatique comme les menaces les plus graves des dix prochaines années.

En 2019, Future Earth a réalisé une étude sur la perceptions des risques mondiaux de la communauté scientifique. Les scientifiques de la communauté de Future Earth et d'ailleurs a été sollicitée par divers moyens tels que les médias sociaux, des listes d'envoi de courriels et le bouche-à-oreille. Comme point d'entrée, l'enquête



## Risques interconnectés

Réseau des risques potentiellement synergiques pouvant mener à une crise systémique mondiale. La couleur du nœud indique la catégorie de risque (bleu clair = environnemental ; orange = sociétal ; bleu foncé = géopolitique ; rose = technologique ; violet = économique). L'épaisseur des traits reliant deux risques représente la fréquence des réponses identifiant une relation synergique entre eux.  
Source : Enquête Future Earth sur la perception des risques mondiaux par les scientifiques, 2019

s'inspire de la même liste des 30 risques mondiaux du FEM. Nous avons demandé aux participants d'identifier les groupes de risques les plus susceptibles d'avoir des effets synergiques pouvant mener à une crise systémique mondiale ; de partager leur perception de la probabilité et de l'impact de ces risques mondiaux ; et d'identifier d'autres risques émergents.

À l'issue de l'enquête, les réponses de 222 scientifiques de 52 pays ont été analysées (étant considéré comme « scientifique » les répondants ayant au moins un diplôme de Master et plus d'une année d'expérience dans un domaine scientifique). Le rapport "Future Earth Risk Report 2020" reprenant la méthodologie complète de l'enquête et ses résultats, est publié en même temps que le présent rapport sur : <https://futureearth.org/initiatives/other-initiatives/grp/>

Tous les participants n'ont pas répondu à l'ensemble des questions. Interrogés sur les groupes de risques mondiaux les plus susceptibles d'avoir des effets synergiques et de mener à une crise systémique mondiale parmi la liste des risques, 82 scientifiques ont répondu. Une représentation cartographique de ces réponses montre comment ces risques évalués sont intégrés dans un réseau complexe d'interdépendances, avec cinq risques qui se détachent clairement (voir la figure: Risques interconnectés). Un événement dans une seule de ces dimensions pourrait déclencher des événements dans des domaines connectés, ce qui multiplie la probabilité et l'impact des risques.

La probabilité de voir une crise émerger à partir d'interactions est bien connue ; les sociétés ont vu de nombreuses

crises se déclencher à la suite d'effets en cascade, parfois inattendus, traversant plusieurs systèmes. En Chine, le grésil et les tempêtes de neige de 2008 ont provoqué des pannes de grande ampleur dans le réseau électrique de 19 provinces et interrompu les moyens de transport de base ; cela a bloqué 6,5 millions de personnes et perturbé la distribution de biens de première nécessité, dont la nourriture et le charbon, entraînant une hausse des prix des denrées alimentaires et la fermeture de centrales à charbon, exacerbant ainsi les crises énergétiques.<sup>4</sup> Autre exemple, l'introduction du renard arctique dans l'archipel isolé des îles Aléoutiennes par des trappeurs russes, dans les années 1940, a décimé des populations d'oiseaux marins, dont le guano constituait la source principale de nutriment de l'écosystème, ce qui a causé une dégradation des îles de prairies productives en un écosystème de toundra appauvri.<sup>3</sup>

Il existe également des liens bien connus entre les cinq principaux risques identifiés. De nombreux phénomènes météorologiques extrêmes ont été clairement attribués au changement climatique, et le changement climatique accroît la fréquence et l'intensité de ces phénomènes.<sup>5</sup> Dans certains cas, les phénomènes météorologiques extrêmes exacerbent le changement climatique en favorisant la libération de carbone stocké dans les écosystèmes terrestres.<sup>6</sup> Les phénomènes météorologiques extrêmes tels que les canicules ou les sécheresses pèsent sur la production agricole et la disponibilité de l'eau : par exemple, après la canicule de 2012 aux États-Unis, le rendement des cultures de maïs a chuté de 13 %.<sup>7</sup> L'évolution des régimes de précipitation prédite par de nombreux scénarios du changement climatique devrait rendre les crises de

l'alimentation et de l'eau plus fréquentes et plus graves.<sup>8</sup> Plus important encore, la biodiversité peut atténuer ces effets : les herbes et les systèmes de culture diversifiés sont plus productifs que les systèmes moins variés lorsqu'ils sont soumis au stress de conditions climatiques extrêmes.<sup>9,10</sup> Nous commençons à peine à comprendre les modes d'interactions entre ces systèmes, et d'autres interactions, inconnues ou non anticipées, sont probables.

Malgré l'omniprésence de ces connexions, de nombreux scientifiques et décideurs politiques sont rattachés à des institutions habituées à penser et agir sur des risques isolés, un par un. Cela doit changer. Les accords mondiaux tels que les conventions des Nations unies sur le changement climatique (CCNUCC), la diversité biologique (CNUDB) et la désertification (CNULCD), entre autres, doivent travailler de concert pour garantir que les risques transversaux et interdépendants soient pris en compte de manière systémique.

#### A l'horizon

Quatre des cinq risques interconnectés ont également été identifiés par les participants comme les plus probables et avec les impacts les plus profonds, ces estimations étant sous-tendues par une compréhension scientifique solide. Collectivement, nos 221 participants ayant apporté une réponse complète ont perçu la probabilité et l'impact les plus élevés pour un groupe de quatre risques environnementaux et sociaux – phénomènes météorologiques extrêmes, changement climatique, perte de biodiversité et crises de l'eau (voir la figure : Probabilité et impact). Les participants considèrent en outre que l'évaluation de ces risques s'appuie sur une solide base scientifique. De manière intéressante, des résultats similaires sont présentés dans le rapport du FEM qui place les phénomènes météorologiques extrêmes et le changement climatique en haut de la liste.

Nous avons également demandé aux participants d'identifier des risques auxquels les sociétés pourraient être confrontées au cours des dix prochaines années et qui auraient des conséquences catastrophiques ou pour lesquels nous pourrions franchir un seuil qui déclencherait des effets catastrophiques à plus long terme. En d'autres termes, nous leur avons demandé quels risques ont des impacts qui seraient déjà « inévitables ». Pour cette question, les participants ont donné leur propre réponse plutôt que de choisir parmi la liste des 30 risques proposés. Les 69 réponses concernent en très grande majorité la perte de biodiversité et l'effondrement des écosystèmes, ainsi que le changement climatique.

Enfin, nous avons demandé aux répondants s'ils considéraient qu'il existait d'autres risques, ne figurant pas sur notre liste, qui devraient recevoir plus d'attention de la communauté internationale. Plusieurs thèmes se dégagent des 173 réponses données, notamment : l'érosion de la confiance et des valeurs sociétales ; la détérioration des infrastructures sociales ; le creusement des inégalités ; la montée du nationalisme politique ; la surpopulation ; et le déclin de la santé mentale. Il est intéressant de constater que la majorité de ces problèmes portent sur le bien-être sociétal et la sécurité sociale, ce qui suggère que les risques sociétaux s'accroissent et devraient être mieux pris en considération. C'est particulièrement pertinent si l'on envisage comment la société peut opérer une transition vers un avenir sûr du point de vue climatique et équitable à la lumière des deux principaux risques identifiés dans notre enquête : les phénomènes météorologiques extrêmes et le changement climatique. L'enjeu le plus intéressant dessiné par ces

Les cinq risques suivants, ou des sous-ensembles de ces risques, se sont révélés être des thèmes clés des diverses questions de l'enquête :

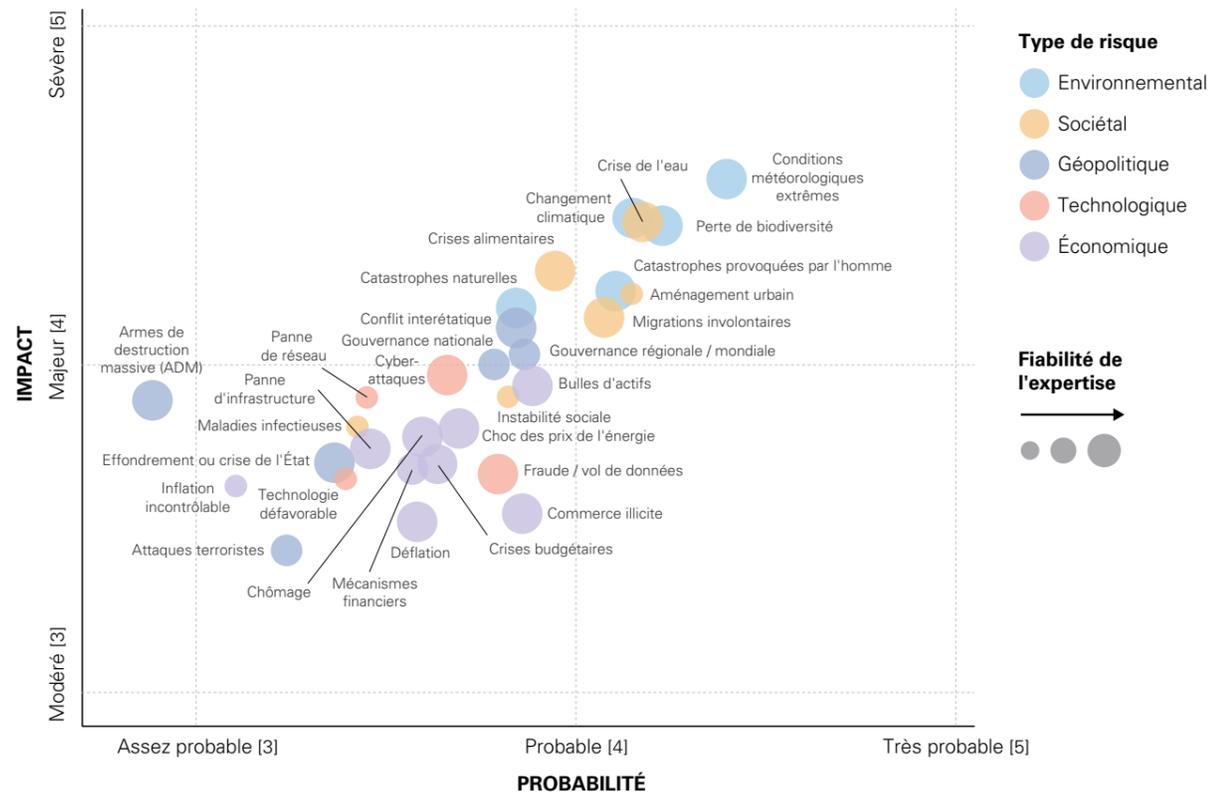
**CHANGEMENT CLIMATIQUE**  
**PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES EXTRÊMES**  
**PERTE DE BIODIVERSITÉ**  
**CRISES ALIMENTAIRES**  
**CRISES DE L'EAU**

réponses est sans doute le manque de prise en compte des rétroactions entre les différents systèmes.

De nombreux participants ont fourni des descriptions narratives d'effets conjugués traversant les systèmes environnementaux, sociétaux, économiques, technologiques et géopolitiques. Comme l'a noté l'un des répondants, « tandis que les phénomènes climatiques extrêmes affaiblissent la gouvernance sociétale et les infrastructures, la sécurité alimentaire et hydrique sera de plus en plus menacée, provoquant des vagues massives d'immigration et une aggravation des inégalités. Si plusieurs crises géopolitiques se produisent en même temps, de nombreux États ne pourront pas gérer la situation en raison du manque de ressources et de conflits internes, cela pourrait alors produire des conséquences catastrophiques partout dans le monde ».

Compte tenu du caractère fortement interdépendant des risques et de l'identification des cinq principaux risques interconnectés de crise systémique mondiale identifiés par les scientifiques, nous pensons que les décideurs et les dirigeants politiques doivent plus que jamais avoir ces dangers à l'esprit.

Pour éviter ces menaces et enclencher des actions collectives, il sera indispensable d'engager un dialogue entre différentes communautés sur les risques mondiaux et de créer une conscience partagée de ces risques. Dans cette optique, Future Earth réalisera chaque année une enquête sur la perception des risques mondiaux par les scientifiques afin d'alimenter un débat fructueux avec les décideurs, les leaders économiques et la société civile, et d'élaborer des moyens d'action collective à la fois ambitieux et réalistes.



#### Probabilité et impact

Probabilité et impact moyens des risques mondiaux et fiabilité de l'expertise permettant l'évaluation de chaque risque (taille du cercle) pour les 30 risques mondiaux dans 5 catégories (couleur). Source : Enquête Future Earth sur la perception des risques mondiaux par les scientifiques, 2019

CLIMAT

# TEMPÉRER LE RÉCHAUFFEMENT

Militant d'Extinction Rebellion à Neuchâtel,  
Suisse, en septembre 2019.

**Diana Liverman**  
School of Geography and Development,  
Université de l'Arizona, États-Unis

**Joy Jacqueline Pereira**  
SEADPRI-Université nationale de Malaisie

**Patricia Pinho**  
Département des sciences atmosphériques,  
Université de São Paulo, Brésil



**Durant l'été 2019, alors que des milliers d'écoliers étaient descendus dans les rues pour protester contre l'absence d'actions en faveur du climat, l'hémisphère Nord était balayé par plusieurs vagues de chaleur. Aux États-Unis, l'Alaska enregistrait des températures records dépassant les 30 °C, plus de 10 °C au-dessus des normes saisonnières. À la fin du mois de juillet, le gouvernement japonais annonçait la mort de 11 personnes et l'hospitalisation de 5 000 autres en un seul week-end. De l'Europe jusqu'à l'Inde, des vagues de chaleur jamais vues auparavant ont fait grimper les thermomètres au-delà des caniculaires 45 °C.**

Ces conditions climatiques sont désormais considérées comme « la nouvelle norme » par les scientifiques et les médias, tandis que les risques associés tels que les feux de forêt, les décès liés à la chaleur, les pénuries d'eau et les coupures de courant se multiplient. Le projet World Weather Attribution, qui a pour but d'évaluer quasiment en temps réel la contribution du changement climatique à ce type d'événements extrêmes, a établi que l'ensemble des vagues de chaleur qui ont touché l'Europe avaient été rendues « plus probables et plus intenses par le réchauffement climatique provoqué par l'homme » ; les canicules du mois de juin en France deviendraient par exemple dix fois plus fréquentes qu'il y a un siècle.



Greta Thunberg lors d'une manifestation de la grève mondiale pour le climat à Montréal, en septembre 2019.

Le réchauffement est un phénomène mondial. Dans l'Arctique, les cinq dernières années ont été les plus chaudes jamais enregistrées, et l'association de températures plus douces, du recul de la banquise et de la fonte du pergélisol a déclenché des effets en cascade sur la faune, les pêcheries et les communautés locales bien plus rapidement que prévu. Au Groenland, une vague de chaleur a provoqué une fonte de la calotte glaciaire sans précédent de presque 200 milliards de tonnes en juillet 2019, ce qui a entraîné une hausse du niveau de la mer de 0,5 mm.<sup>1</sup> Dans les océans, les vagues de chaleur marines sont deux fois plus fréquentes par rapport à 1982 et elles gagnent en intensité.<sup>2</sup>

Ces 18 derniers mois, les principales évaluations du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), du National Climate Assessment des États-Unis et de la Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) soulignent toutes à quel point le temps presse pour réduire les émissions de gaz à effet de serre qui réchauffent le climat. Ces évaluations ont inspiré de nombreuses déclarations de « crise climatique »

ou d'« urgence climatique » émanant des dirigeants de plus de 700 villes, États et gouvernements, notamment des gouvernements écossais, irlandais, portugais, français et canadien, du conseil municipal de Sydney en Australie, des villes de Milan et Naples en Italie, des villes de New York et San Francisco aux États-Unis, ainsi que d'un réseau mondial de 7 000 universités.

La réponse de l'humanité face à cette crise, notamment l'accord de Paris établi sous l'égide des Nations unies en 2015, est encore insuffisante pour arrêter le changement climatique. En 2019, la concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère a dépassé les 415 ppm, et les cinq années de la période 2014-2018 ont été les plus chaudes jamais enregistrées sur les continents et les océans depuis 1880.<sup>3</sup> Les analyses des carottes glaciaires suggèrent que le niveau de CO<sub>2</sub> n'a jamais été aussi élevé, ni augmenté aussi rapidement, au cours des 800 000 dernières années, et que les températures d'aujourd'hui sont probablement les plus chaudes depuis 100 000 ans.

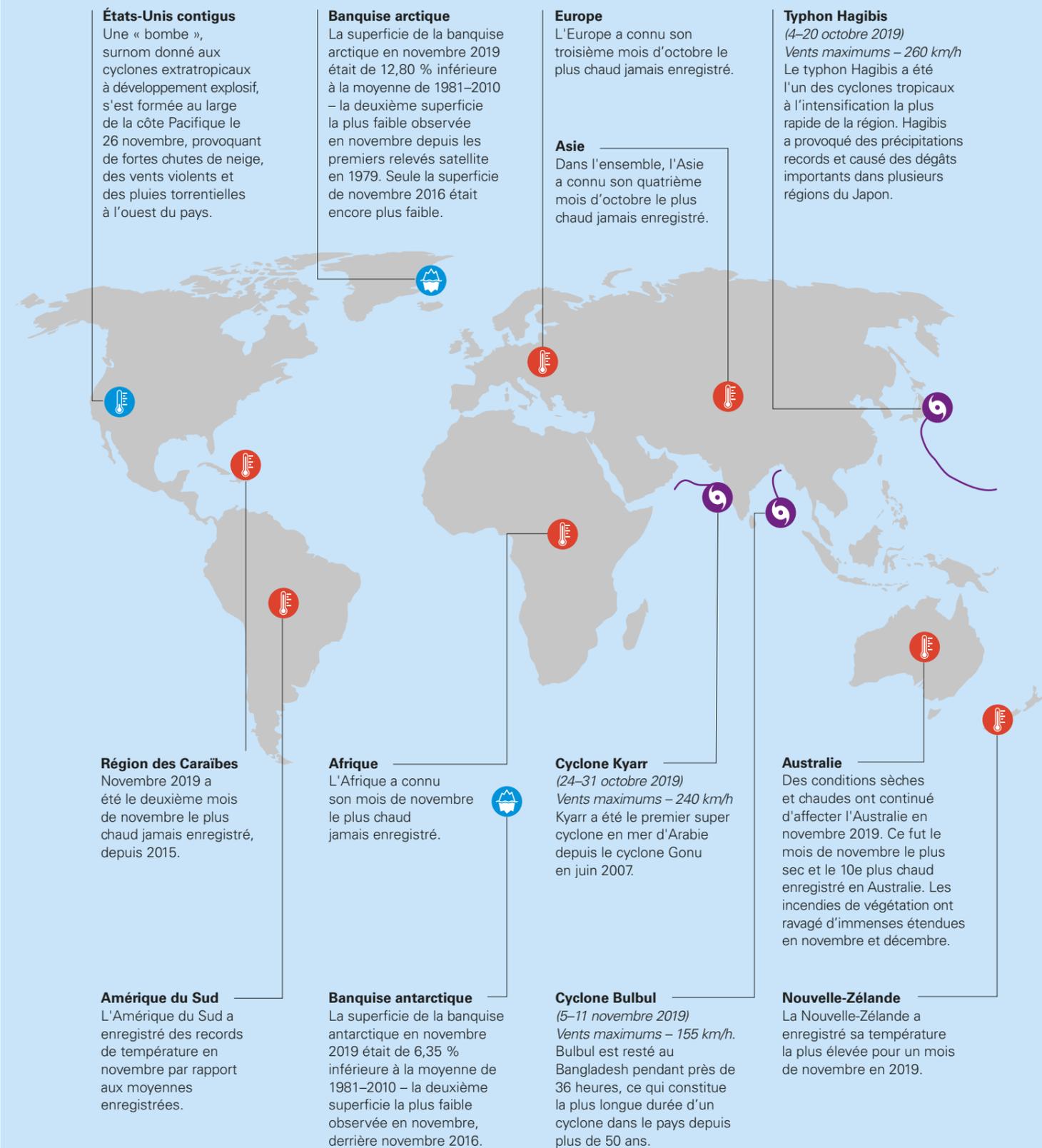
Si la quantité d'énergie produite à partir du charbon, à forte teneur en carbone, recule, et que les énergies issues de sources renouvelables progressent, ces facteurs n'ont pas modifié la tendance des émissions mondiales.<sup>4</sup> L'initiative

Global Carbon Project estime le volume des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> à 37 Gigatonnes (Gt) pour 2018. Cela représente une hausse de 2,1 % par rapport à 2017, après plusieurs années d'augmentation plus modeste.<sup>5</sup> Si certains analystes sont optimistes quant à la baisse des coûts des énergies renouvelables et à la croissance du marché des véhicules électriques, ils notent également que la place des combustibles fossiles, en particulier le gaz, continue de grandir dans les bouquets énergétiques de nombreux pays, tandis que le nucléaire peine à se développer. Le marché mondial des combustibles

fossiles montre peu de signes du renversement et du déclin rapides nécessaires pour ralentir ou stabiliser le réchauffement climatique.

Face à cette situation, la jeunesse et d'autres groupes issus de la société civile partout dans le monde appellent à des mesures d'urgence.

Dans plus de 70 pays, écoliers et étudiants ont fait grève et organisé des marches, demandant des actions contre le changement climatique et attaquant leurs gouvernements en justice pour le droit à un environnement propre. Greta Thunberg, une adolescente suédoise en grève scolaire chaque vendredi pour manifester devant son parlement, est devenue la porte-parole du mouvement de la jeunesse pour le climat en intervenant notamment lors de sommets des Nations unies sur le climat, au Forum économique mondial et devant le Parlement européen. De nouveaux mouvements sociaux naissent pour protester contre le dérèglement du climat, notamment le Sunrise Movement



**États-Unis contigus**

Une « bombe », surnom donné aux cyclones extratropicaux à développement explosif, s'est formée au large de la côte Pacifique le 26 novembre, provoquant de fortes chutes de neige, des vents violents et des pluies torrentielles à l'ouest du pays.

**Banquise arctique**

La superficie de la banquise arctique en novembre 2019 était de 12,80 % inférieure à la moyenne de 1981-2010 – la deuxième superficie la plus faible observée en novembre depuis les premiers relevés satellite en 1979. Seule la superficie de novembre 2016 était encore plus faible.

**Europe**

L'Europe a connu son troisième mois d'octobre le plus chaud jamais enregistré.

**Asie**

Dans l'ensemble, l'Asie a connu son quatrième mois d'octobre le plus chaud jamais enregistré.

**Typhon Hagibis**

(4-20 octobre 2019)  
Vents maximums – 260 km/h  
Le typhon Hagibis a été l'un des cyclones tropicaux à l'intensification la plus rapide de la région. Hagibis a provoqué des précipitations records et causé des dégâts importants dans plusieurs régions du Japon.

**Région des Caraïbes**

Novembre 2019 a été le deuxième mois de novembre le plus chaud jamais enregistré, depuis 2015.

**Afrique**

L'Afrique a connu son mois de novembre le plus chaud jamais enregistré.

**Cyclone Kyarr**

(24-31 octobre 2019)  
Vents maximums – 240 km/h  
Kyarr a été le premier super cyclone en mer d'Arabie depuis le cyclone Gonu en juin 2007.

**Australie**

Des conditions sèches et chaudes ont continué d'affecter l'Australie en novembre 2019. Ce fut le mois de novembre le plus sec et le 10e plus chaud enregistré en Australie. Les incendies de végétation ont ravagé d'immenses étendues en novembre et décembre.

**Amérique du Sud**

L'Amérique du Sud a enregistré des records de température en novembre par rapport aux moyennes enregistrées.

**Banquise antarctique**

La superficie de la banquise antarctique en novembre 2019 était de 6,35 % inférieure à la moyenne de 1981-2010 – la deuxième superficie la plus faible observée en novembre, derrière novembre 2016.

**Cyclone Bulbul**

(5-11 novembre 2019)  
Vents maximums – 155 km/h.  
Bulbul est resté au Bangladesh pendant près de 36 heures, ce qui constitue la plus longue durée d'un cyclone dans le pays depuis plus de 50 ans.

**Nouvelle-Zélande**

La Nouvelle-Zélande a enregistré sa température la plus élevée pour un mois de novembre en 2019.

**Une météo dérégulée**

Quelques anomalies climatiques et événements météorologiques importants de 2019. Source : adaptation des données de l'Agence américaine d'observation océanique et atmosphérique, 2019

aux États-Unis qui appelle au renforcement des actions politiques et à la mise en place d'un Green New Deal ; et Extinction Rebellion au Royaume-Uni qui demande aux gouvernements de déclarer l'état d'urgence climatique et d'atteindre zéro émission nette de gaz à effet de serre d'ici 2025.

#### **Le rapport spécial « Réchauffement planétaire de 1,5 °C »**

En octobre 2018, le GIEC a publié un rapport spécial intitulé « Réchauffement planétaire de 1,5 °C »<sup>6</sup>. Ce rapport offre un point de référence important et précis sur l'état du climat ainsi qu'une évaluation des efforts entrepris jusqu'à présent pour limiter le réchauffement climatique. Le rapport a fait l'objet d'une grande attention de la part du public et des médias, et ses conclusions continuent d'orienter les discussions sur les politiques partout dans le monde.

Le rapport 1,5 °C a été unanimement approuvé par l'ensemble des pays présents à l'assemblée plénière d'Incheon, en Corée du Sud, bien que plusieurs pays pro-énergies fossiles aient tenté d'en amoindrir la portée lors d'une réunion ultérieure de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Comme son nom l'indique, le rapport est plus particulièrement consacré aux impacts d'un réchauffement climatique de 1,5 °C, comparé à la cible des Nations unies d'un réchauffement limité à 2 °C.

Il examine les trajectoires et les options d'une limitation à 1,5 °C ainsi que les interactions possibles entre ces options et d'autres aspects du développement durable.

Le rapport du GIEC estime que les activités humaines ont déjà provoqué un réchauffement planétaire d'environ 1 °C au-dessus des niveaux préindustriels, et que l'augmentation moyenne des températures atteindra 1,5 °C avant 2050 si la tendance actuelle se poursuit. Le réchauffement est plus marqué sur les continents que sur les océans et trois fois plus élevé dans l'Arctique. Par le passé, les réchauffements de 1 à 2 °C ont profondément troublé les écosystèmes et relevé le niveau de la mer de plusieurs mètres sur des millénaires. Aujourd'hui, le réchauffement a déjà des répercussions importantes sur les systèmes naturels et humains tels que les récifs coralliens, les glaces de mer, les ressources hydriques et la santé – et ces impacts devraient s'intensifier avec la poursuite du réchauffement.

Bien que de nombreux pays se soient engagés à limiter leurs émissions en dessous des niveaux fixés par l'accord de Paris, ces efforts restent insuffisants pour limiter le réchauffement à long terme à 2 °C, et a fortiori à 1,5 °C.

Sans les engagements de l'accord de Paris, les émissions globales (CO<sub>2</sub>, méthane et autres gaz à effet de serre) devraient exploser de 51 Gt d'équivalent CO<sub>2</sub> en 2015

à 74–110 Gt d'ici 2050. Cela produirait un réchauffement de plus de 4 °C d'ici 2100.<sup>7</sup>

Les engagements de Paris et des autres accords, s'ils sont mis en œuvre, produiraient tout de même un niveau d'émissions de gaz à effet de serre de 52 à 59 Gt d'ici 2050 et un réchauffement de 2,7 à 3,5 °C : moins qu'un scénario où l'on ne fait rien, mais bien plus que n'importe quelle trajectoire qui limiterait le réchauffement en dessous des 2 °C.

Les différences d'impact entre 1,5 et 2 °C sont significatives. À 2 °C, la planète perd 99 % de ses récifs coralliens tropicaux ; à 1,5 °C, 10 à 30 % de ces récifs pourraient être préservés. La diminution des prises par les pêcheries pourrait doubler en passant de 1,5 à 2 °C. Les deux niveaux de réchauffement devraient avoir des impacts graves sur la biodiversité marine, l'acidification des océans ainsi que sur les moyens de subsistance et les économies des communautés tributaires des ressources côtières, notamment en Asie du Sud-Est, aux Caraïbes et dans les îles du Pacifique.

La limitation du réchauffement à 1,5 °C plutôt que 2 °C réduit de plusieurs centaines de millions le nombre de personnes exposées aux risques climatiques et vulnérables à la pauvreté d'ici 2050. À 2 °C, le rendement des cultures

subit une baisse bien plus marquée tandis que la population exposée à la chaleur et au stress hydrique est 50 % plus grande. En Afrique, le nombre de personnes risquant la famine chute de 55 à 43 millions en limitant le réchauffement à 1,5 °C, tandis que dans l'hémisphère Sud, 420 millions de personnes de moins seraient exposées à des vagues de chaleur.

Plus le réchauffement est élevé, plus l'impact des vagues de chaleur dans les villes sera intense, en particulier dans les zones connaissant de forts taux d'urbanisation, de pauvreté et de marginalisation en Asie du Sud-Est et en Amérique latine. Dans les grands centres urbains, comme la mégapole de Mumbai ou de Jakarta, chaque degré de réchauffement devrait réduire la productivité des personnes travaillant à l'extérieur ou sans climatisation. Une planète plus chaude présente des risques accrus d'inondations, de glissements de terrain, d'incendies et de maladies infectieuses et parasitaires (*voir l'encadré « Risques sanitaires »*).

Il ne fait pas de doute que la moindre intensification du réchauffement compte, en particulier pour les populations et les lieux les plus vulnérables. Et les coûts d'adaptation de notre planète à un réchauffement de 2 °C seront bien plus lourds qu'à 1,5 °C.

**LES EFFORTS FOURNIS RESTENT  
INSUFFISANTS POUR LIMITER  
LE RÉCHAUFFEMENT À LONG TERME  
À 2 °C, ET A FORTIORI À 1,5 °C.**

### Atténuation et adaptation au risque climatique

Le rapport du GIEC suggère que pour conserver une bonne chance de limiter le réchauffement à 1,5 °C, les émissions anthropiques mondiales nettes de CO<sub>2</sub> doivent diminuer d'environ 45 % depuis les niveaux de 2010 jusqu'en 2030, avec des baisses significatives similaires pour les autres gaz à effet de serre. Étant donné que les émissions continuent de s'amplifier à la veille de l'année 2020, la diminution devra être encore plus prononcée pour atteindre cet objectif en 2030.

Les émissions nettes devront être nulles d'ici 2050. Cela signifie que toutes les émissions produites par les activités humaines devront être compensées par l'élimination des gaz à effet de serre soit par des systèmes naturels (comme les plantes) soit par des technologies permettant des émissions négatives (telles que la bioénergie ou le captage et le stockage du carbone).

Ces chiffres et ces projections sont des moyennes mondiales. Le rapport du GIEC sur le réchauffement à 1,5 °C ne dit pas qui doit être responsable de ces réductions d'émissions. Le CO<sub>2</sub> restant dans l'atmosphère pendant des décennies, certains chercheurs, organisations et gouvernements estiment que ceux qui portent la plus forte responsabilité historique de ces émissions doivent réaliser les réductions les plus importantes – ils désignent l'Europe et l'Amérique du Nord et suggèrent que les pays de ces régions cherchent à atteindre la neutralité carbone au cours des prochaines années.<sup>8</sup>

Ces réductions sont-elles possibles ? Le GIEC conclut que la limitation du réchauffement à 1,5 °C exigera « des transitions rapides et radicales dans les domaines de l'énergie, de l'aménagement des terres, de l'urbanisme, des infrastructures (y compris transports et bâtiments) et des systèmes industriels », et que ces « transitions systémiques sont sans précédent pour ce qui est de leur ampleur, mais pas nécessairement de leur rythme, et supposent des réductions considérables des émissions dans tous les secteurs, un large éventail d'options en matière d'atténuation et une hausse nette des investissements dans ces options ».

Les trajectoires qui limitent le réchauffement à 1,5°C nécessitent un éventail complet de mesures d'ici 2030, notamment le renforcement de l'efficacité énergétique, la baisse de la demande énergétique, une forte restriction du recours aux combustibles fossiles, une utilisation massive des énergies renouvelables comme le solaire, l'éolien, l'hydraulique, le nucléaire et la biomasse, ainsi que la mise en place de nouvelles techniques permettant à la terre d'absorber plus de carbone.

Étant donné que certaines régions connaissent déjà un réchauffement de plus de 1 °C, l'adaptation est incontournable dans de nombreux endroits et pour de multiples secteurs, et elle sera nécessaire même en limitant le réchauffement moyen à 1,5 °C.

Le rapport du GIEC évalue les options d'adaptation telles que la construction de barrières côtières ou la plantation de mangroves pour atténuer les impacts des tempêtes et de la montée du niveau de la mer ; une collecte de l'eau et une irrigation plus efficaces pour préserver les ressources hydriques ; et la conception de bâtiments et la plantation d'arbres pour faire descendre les températures urbaines. Les options varieront d'un endroit à l'autre : les régions en développement se concentreront davantage sur l'adaptation liée à la santé et l'agriculture, par exemple, tandis que les villes mettront probablement plus l'accent sur les mesures relatives à l'eau et l'énergie.

Le « Rapport 2018 sur l'écart entre les besoins et les perspectives en matière de réduction des émissions »<sup>9</sup> publié en décembre par le Programme des Nations unies pour l'environnement note que si de nombreux pays commencent à prévoir l'adaptation, la mise en œuvre est lente et les financements insuffisants. Les coûts de l'adaptation, sans parler de la protection des écosystèmes, sont estimés à plus de 300 milliards de dollars américains par an en 2030, et plus de 500 milliards de dollars américains par an en 2050. Les engagements financiers se montent actuellement à moins de 25 milliards de dollars américains.



Séance d'information pour le rapport spécial du GIEC sur le réchauffement planétaire de 1,5°C, en Corée du Sud, en octobre 2018.

# RISQUES SANITAIRES

**Kristie Ebi**

Professeur, Département de la santé mondiale,  
Université de Washington, États-Unis

Le nombre de cas rapportés de la maladie de Lyme au Canada a plus que doublé entre 2009 et 2012, en partie à cause de la prolifération de la tique porteuse de la maladie dans des régions chaudes. Dans la mer Baltique, les maladies causées par les vibrions – des bactéries pathogènes – sont devenues plus fréquentes avec la hausse de la température de la surface de la mer.

Il y a peu d'études sur la manière dont le changement climatique affecte la santé humaine. Par ailleurs, la magnitude et les tendances suivies par les maladies, les blessures et les décès dépendent non seulement du climat, mais aussi du niveau de préparation des politiques de santé publique, par exemple pour la production de vaccins contre les maladies infectieuses ou la résilience des infrastructures de santé face aux inondations.

À ce jour, il n'existe pas d'équivalent de l'initiative World Weather Attribution pour le secteur de la santé. Mais dans certains cas – notamment pour les décès liés à la chaleur, la maladie de Lyme et les vibrions<sup>12</sup> – le changement climatique a été identifié comme une cause de morbidité ou de mortalité. Alors que les canicules gagnent en fréquence et en intensité, le stress thermique, les hospitalisations et les décès devraient s'aggraver.

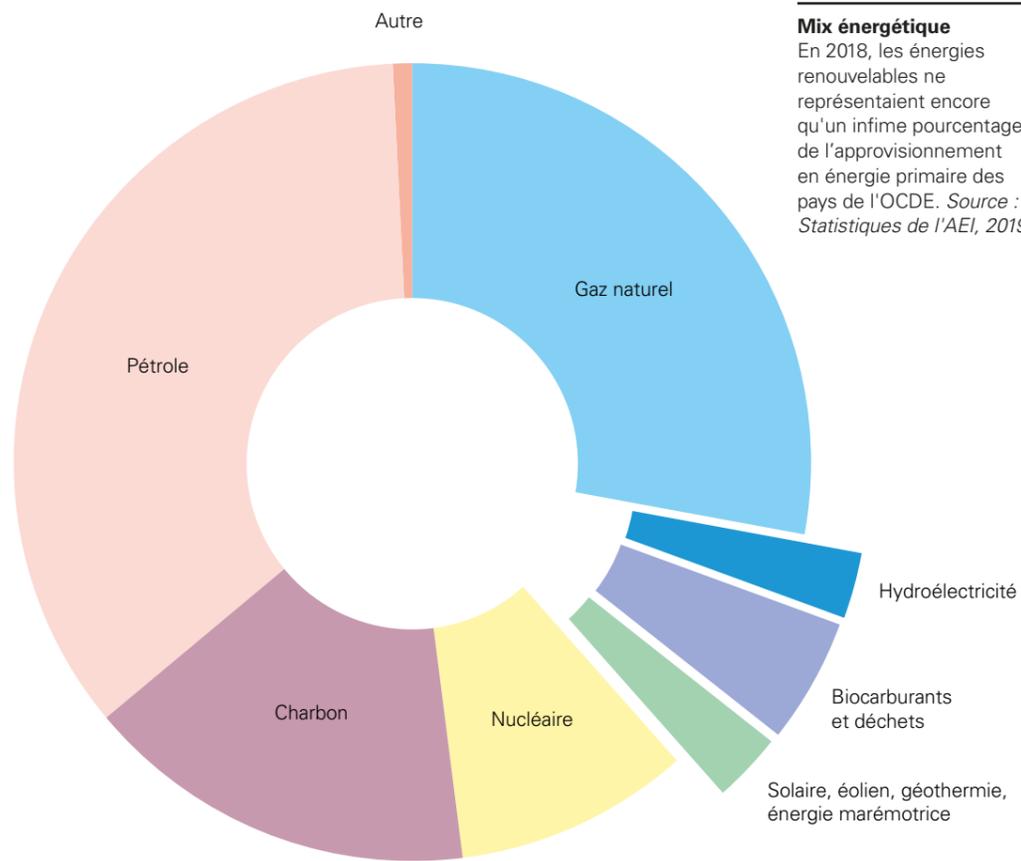
Une planète sans cesse plus chaude devrait avoir des conséquences principalement négatives sur le bien-être et la santé humaine.<sup>13</sup> Des températures et des vagues de chaleur plus fortes affectent les populations les plus vulnérables telles que les personnes âgées, les enfants et les personnes souffrant de maladies chroniques. Faute de préparation adaptée, la multiplication des événements climatiques extrêmes tels que les inondations et les sécheresses devrait engendrer des souffrances supplémentaires.

Les maladies transmises par les moustiques, comme le paludisme ou la dengue, devraient se propager dans de nouvelles zones –

même si elles pourraient reculer dans d'autres régions devenues trop chaudes et sèches pour les moustiques. La hausse des températures peut augmenter la concentration d'ozone troposphérique, facteur de maladies respiratoires. Le stress occasionné par les événements météorologiques et climatiques extrêmes peut enfin provoquer des troubles post-traumatiques, l'anxiété, la dépression, le deuil et des pensées suicidaires.<sup>14</sup>

Les changements de qualité nutritionnelle et de quantité de nos apports alimentaires représentent l'un des risques majeurs du réchauffement climatique sur la santé. Les modèles prévoient une chute des rendements agricoles dans le Sahel, l'Afrique australe, la région méditerranéenne, l'Europe centrale et l'Amazonie. Le bétail sera également affecté : les températures plus élevées peuvent réduire le volume et la qualité de leur alimentation et favoriser la propagation de maladies dans les troupeaux. Par ailleurs, des études expérimentales montrent que des niveaux accrus de dioxyde de carbone accélèrent la culture du blé, du riz et de l'orge, entre autres, mais diminuent leur valeur nutritive. Ces mêmes études suggèrent que les concentrations de CO<sub>2</sub> que nous devrions atteindre au cours de ce siècle entraîneront une chute des concentrations de protéines de 10 %, avec une perte de micronutriments tels que le fer et le zinc de 5 à 10 % et une perte de vitamines B de 30 % en moyenne. Cela pourrait exposer 600 millions de personnes supplémentaires à des conséquences sanitaires négatives dans les pays pauvres et dépendants du riz.<sup>15</sup>

Il est crucial de mobiliser des investissements pour relever ces défis. Aujourd'hui, le financement de l'adaptation en matière de santé est négligeable, avec 1 % environ du financement mondial de l'adaptation au changement climatique. Des investissements plus conséquents amélioreraient notre santé – et celle de nos enfants et petits-enfants – dans un monde plus chaud.



**Mix énergétique**  
En 2018, les énergies renouvelables ne représentaient encore qu'un infime pourcentage de l'approvisionnement en énergie primaire des pays de l'OCDE. Source : Statistiques de l'AEI, 2019

### Changement climatique et développement durable

Le rapport sur le réchauffement à 1,5 °C a été la première évaluation majeure du GIEC menée depuis l'adoption des objectifs de développement durable (ODD) par les Nations unies en 2015. Les objectifs du Millénaire pour le développement, fixés en 2000, ont obtenu des résultats en matière de réduction de la pauvreté et de la faim et d'accès à l'eau potable entre l'année de référence 1990 et 2015. Le changement climatique exerce aujourd'hui une menace sur ces avancées et celles des ODD en rendant plus difficile, par exemple, la réduction de la pauvreté et de la faim ou la protection de la santé et des écosystèmes.

La bonne nouvelle est que les efforts de limitation et d'adaptation au réchauffement peuvent être bénéfiques pour les objectifs de développement durable. Par exemple, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables contribuent à l'accès à l'énergie pour tous. La protection des forêts pour absorber le carbone en Amazonie ou en Indonésie favorise également la protection de la biodiversité sur les continents. L'adaptation de l'agriculture pour fonctionner avec un approvisionnement en eau réduit peut faire reculer la faim.

Mais des compromis seront souvent nécessaires entre les actions de limitation ou d'adaptation au changement climatique et les autres objectifs de développement durable. L'extension des forêts et des terres consacrées aux cultures bioénergétiques, par exemple, peut impliquer un recul des terres pour l'agriculture et l'élevage – ce qui se traduirait par une plus faible production alimentaire, à moins que la productivité augmente sur les terres restantes.

Certains projets d'adaptation ou d'atténuation ne prennent pas suffisamment en compte les besoins des populations pauvres, des groupes indigènes ou des femmes, et sont susceptibles de creuser les inégalités sociales. Les projets visant à construire des digues pour faire face à la montée du niveau de la mer peuvent dégrader les écosystèmes et la biodiversité.

Ces compromis ne sont pas toujours évidents et bien compris. La décarbonisation du système énergétique, par exemple, en passant aux énergies renouvelables et en accentuant l'efficacité énergétique, nécessiterait près de 830 milliards de dollars américains d'investissements supplémentaires, soit plus d'un tiers du montant actuel de 2 400 milliards de dollars américains. Certains pays producteurs de pétrole ou exportateurs de charbon craignent que ce nouveau modèle nuise à leur économie ou crée du chômage. Mais ces coûts doivent être comparés aux pertes potentielles infligées par le réchauffement et aux coûts de l'adaptation qui n'ont pas été encore totalement évalués. Le développement, s'il n'est pas mis en œuvre prudemment, peut exacerber les risques liés au changement climatique. La réduction de la pauvreté, notamment, est souvent synonyme de consommation accrue de combustibles fossiles et d'émissions plus élevées.

Il est possible d'atteindre tous ces objectifs importants en même temps. Le GIEC souligne la capacité des transitions et des transformations fondamentales de la société, notamment des trajectoires de développement favorisant la résilience face au changement climatique, à « mettre en œuvre des stratégies ambitieuses d'atténuation et

d'adaptation parallèlement à l'éradication de la pauvreté et [aux] efforts visant à réduire les inégalités ». Ces ambitions nécessitent une coopération entre les autorités nationales et infranationales, la société civile, le secteur privé, les populations autochtones et les communautés locales. Ensemble, ces entités peuvent impulser des transformations sociales profondes (voir le chapitre « Transformation ») qui dans le même temps mettraient fin à notre dépendance vis-à-vis des combustibles fossiles, réduiraient la consommation et réorganiserait les villes et l'agriculture au profit de tous.

### Une pression constante

Depuis la publication du rapport du GIEC sur le réchauffement à 1,5 °C, les rapports scientifiques continuent de documenter les uns à la suite des autres le changement climatique et ses impacts.

Par exemple, l'édition 2018 du National Climate Assessment, publiée en novembre de cette année, documente avec précision les effets observés et potentiels du changement climatique aux États-Unis – dans tout le pays, par région et par secteur clé. Le rapport a été largement repris par les médias, en partie pour expliquer les récentes catastrophes telles que les feux de forêt ravageurs dans l'ouest des États-Unis et les ouragans au Texas et à Porto Rico. L'évaluation conclut que les impacts climatiques perturbent déjà les économies et les écosystèmes, et que le changement climatique pose des risques graves pour les infrastructures, la santé et les populations les plus vulnérables. Le coût de ces impacts pourrait atteindre plusieurs centaines de milliards de dollars d'ici 2100. La réduction des risques liés au changement climatique par l'atténuation pourrait sauver des milliers de vies.

De nombreux gouvernements nationaux, régionaux et locaux prennent au sérieux ces menaces et introduisent des législations pour réduire les émissions et s'adapter aux impacts. Par exemple, lors d'un sommet sur le climat organisé en Californie en 2018, les PDG de quelques-unes des plus grandes entreprises du monde (Unilever par exemple) se sont engagés à investir dans les réductions d'émissions en vue d'atteindre la neutralité carbone. La Chine prend des mesures pour limiter son utilisation de charbon, rendre obligatoires les énergies renouvelables et promouvoir les véhicules électriques, même si ses émissions risquent de continuer de progresser avec la croissance de l'économie et des revenus.

Mais de nombreux pays n'ont pas pris la mesure du défi ou reviennent sur des engagements passés pour protéger le climat. Aux États-Unis, les efforts d'atténuation au niveau fédéral ont connu un recul, notamment avec l'affaiblissement du Clean Power Plan. Au Brésil, l'élection présidentielle d'octobre 2018 a abouti à la baisse des protections de la forêt amazonienne et à l'élimination des budgets pour les activités liées au changement climatique. En Australie, le gouvernement continue de subventionner le charbon malgré une opinion publique favorable aux mesures pro-climat.<sup>7</sup>

Le « Rapport 2018 sur l'écart entre les besoins et les perspectives en matière de réduction des émissions » souligne l'inadaptation des engagements de l'accord de Paris et appelle à des objectifs plus ambitieux.<sup>10</sup> Le rapport du GIEC sur « Le changement climatique et les terres » montre comment le changement climatique met en péril la sécurité alimentaire et conclut que l'utilisation des terres est responsable de près d'un quart des émissions de gaz à effet de serre.<sup>11</sup> La protection des forêts et la transformation

des systèmes alimentaires apparaissent comme des facteurs clés pour limiter le réchauffement (voir le chapitre « Alimentation »).

De nombreux rapports et propositions d'actions verront sans doute le jour dans les années qui viennent. Le GIEC doit publier son prochain grand rapport d'évaluation en 2021. Et les Nations unies ont demandé aux États de revoir leurs ambitions de réduction des émissions à la hausse avant 2020.

Les scientifiques peuvent apporter leur contribution pour combler les écarts majeurs identifiés dans les rapports nationaux et internationaux. Cela passe par une meilleure évaluation des coûts et des bénéfices, notamment pour les aspects – comme la maladie ou la culture – difficilement convertibles en valeur financière. Nous devons avoir des projections régionales plus détaillées sur le changement climatique et ses impacts ; des études plus poussées sur les liens entre changement climatique, réponse climatique et développement durable ; ainsi que des évaluations sur la manière dont les diverses mesures d'atténuation et d'adaptation affectent l'égalité.

Le sommet Action Climat des Nations unies de septembre 2019 a appelé les dirigeants à développer des plans concrets et réalistes pour renforcer leurs engagements d'atténuation des risques climatiques d'ici 2020 en réduisant les émissions de gaz à effet de serre de 45 % lors de la prochaine décennie et en parvenant à zéro émission nette d'ici 2050 afin de limiter le réchauffement à 1,5 °C. Reste à savoir si les actions entreprises seront suffisantes et si les efforts de l'humanité pour réduire le réchauffement seront compatibles avec un développement durable – sans aggraver la fracture entre les gagnants et les perdants.

*Les auteurs de ce chapitre ont tous participé à la rédaction et à la supervision du rapport spécial du GIEC « Réchauffement planétaire de 1,5 °C ».*

**DE NOMBREUX PAYS  
N'ONT PAS PRIS LA  
MESURE DU DÉFI OU  
REVIENNENT SUR  
DES ENGAGEMENTS  
PASSÉS**

# LA MAISON BRÛLE

**Mike Flannigan**

Directeur du département Feux de forêt,  
Université d'Alberta, Canada

**Nicola Jones**

Journaliste scientifique, Pemberton,  
Colombie-Britannique, Canada

Les incendies sur notre planète prennent une ampleur jamais vue auparavant.<sup>16</sup> Le changement climatique exacerbe les risques de feux de forêt presque partout dans le monde, tandis que la présence humaine plus dense multiplie les sources de départ et place plus d'infrastructures en travers des flammes. Les politiques de lutte contre les incendies ont rendu certaines forêts sujettes à des incendies encore plus destructeurs. Par ailleurs, le déboisement des forêts tropicales à des fins agricoles par le feu défigure les paysages et provoque des fumées mortelles.

Il n'y a pas nécessairement plus d'incendies aujourd'hui : les feux de forêts sont même moins fréquents qu'il y a 100 ans. Les incendies ne sont pas non plus intrinsèquement négatifs. Le feu est un phénomène naturel dans les écosystèmes, des forêts tempérées aux prairies ; certains pins ayant même besoin de la chaleur des flammes pour faire fondre leur résine et ouvrir leurs cônes.

Les incendies deviennent problématiques lorsqu'ils brûlent nos maisons, bouleversent radicalement et rapidement les écosystèmes ou étouffent l'air que nous respirons. Et ce n'est pas tout. En 2019, un nombre important d'incendies en Amazonie – une région rarement touchée avant l'arrivée des humains – a fait la une des médias. Une période de sécheresse exceptionnelle a été à l'origine des feux de brousse qui ont ravagé l'Australie. En Indonésie, le ciel est devenu rouge à cause de feux de forêts allumés intentionnellement. Même le cercle Arctique a connu une hausse inhabituelle des incendies de la Sibérie au Groenland. En Californie, « Camp Fire », l'incendie le plus coûteux jamais enregistré dans le monde (avec 16,5 milliards USD de pertes), a tué 85 personnes. Les pays du bassin méditerranéen sont ravagés par des feux catastrophiques tous les étés.

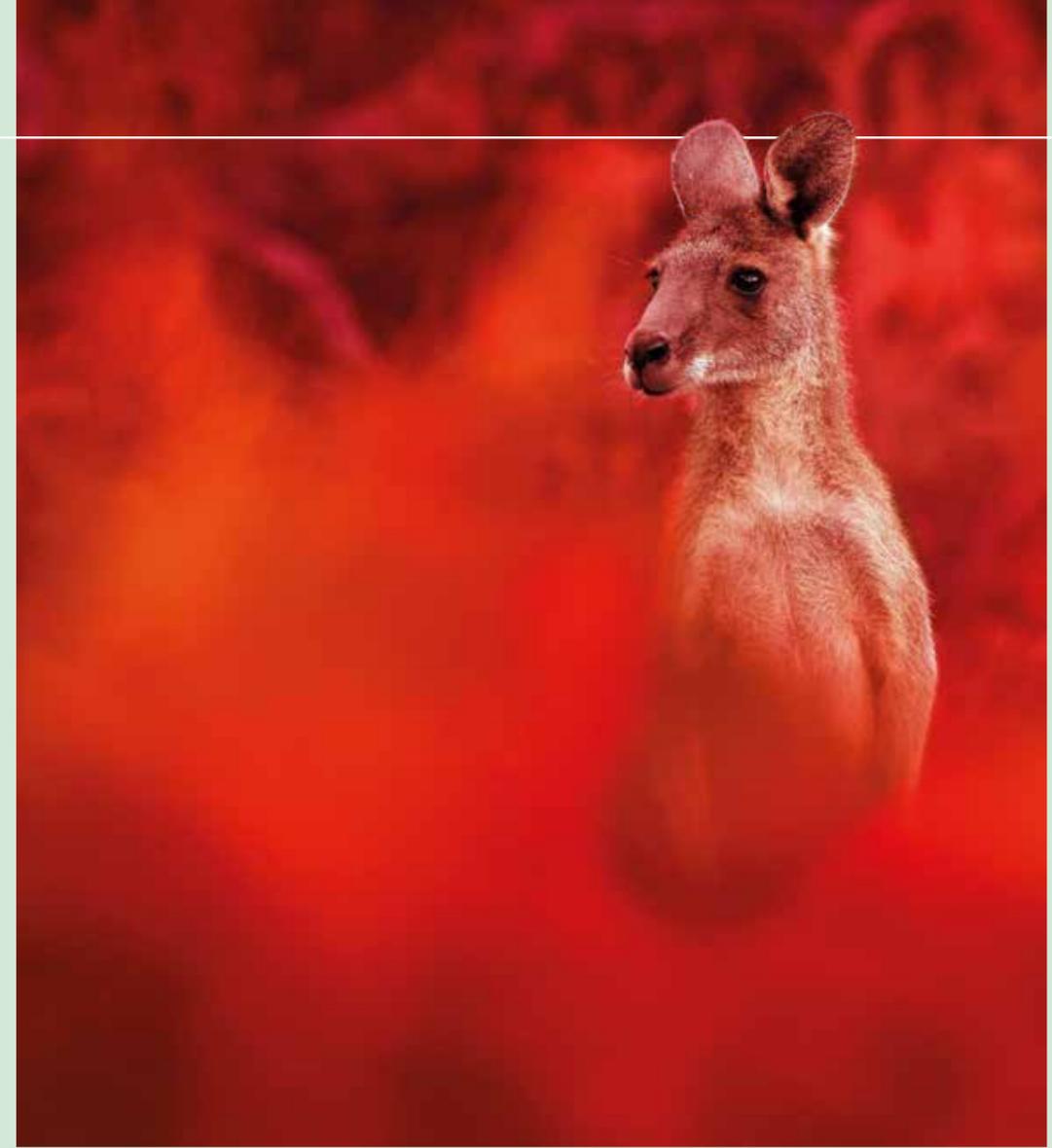
Le changement climatique a été identifié comme l'une des causes de ces incendies. L'air plus chaud rend la végétation moins humide – et assèche les combustibles – tout en alimentant les vents qui attisent les flammes. On estime que chaque degré de réchauffement de l'air augmente la probabilité

de foudre d'environ 12 %.<sup>17</sup> Avec la fonte des glaciers des montagnes, il y a moins d'eau pour hydrater la végétation durant les longs étés. Au niveau mondial, la saison des feux de forêt s'est rallongée de plus de 18 % entre 1979 et 2013.<sup>18</sup> La plus grande partie des zones sont touchées pendant quelques journées de conditions météorologiques extrêmes devenues de plus en plus fréquentes.

Les modèles climatiques prévoient que beaucoup de zones sèches seront encore plus sèches. Et s'il est vrai que dans certaines régions, la fréquence accrue des pluies pourrait neutraliser les risques d'incendie, ce n'est pas toujours le cas : les précipitations de l'hiver et/ou du début du printemps peuvent par exemple favoriser l'apparition d'une végétation qui alimentera les feux durant l'été plus sec. Les modèles mondiaux prévoient que, dans l'ensemble, plus de régions connaîtront une probabilité plus forte d'incendies qu'une probabilité moindre.<sup>19</sup>

La gestion des incendies est l'autre facette de notre vulnérabilité. Une sorte de « guerre contre le feu » a été initiée au début du XXI<sup>e</sup> siècle, principalement aux États-Unis : les autorités ont considéré les feux de forêt comme un fléau et pris des mesures pour les endiguer en amont. Des décennies de politiques anti-incendies ont profondément changé les paysages, transformant un patchwork traditionnel de végétations d'âges et de types divers en une forêt uniforme sujette à des conflagrations plus dévastatrices. Avec la conjugaison de ces politiques et du changement climatique, la superficie des zones incendiées à l'ouest des États-Unis a été multipliée par plus de cinq entre 1985 et 2015.

Dans une perspective plus longue et au niveau mondial, les changements d'utilisation des terres ont été le principal déterminant de la récurrence des incendies.<sup>20</sup> Les incendies ont été relativement stables pendant environ 1 000 ans avant de se multiplier à partir des XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles lorsque les agriculteurs et les colons ont utilisé le feu pour dégager des terrains durant la révolution industrielle. La superficie totale des zones brûlées a ensuite reculé au cours de la première décennie du XXI<sup>e</sup> siècle, l'agriculture prenant la place des savanes tropicales et des prairies



*L'Australie a été ravagée par des feux de brousse après une période de sécheresse inhabituelle.*

ayant moins recours au feu. Les modèles prédisent que le changement climatique – en particulier la hausse des températures – pourrait devenir un facteur déterminant de la prévalence des incendies dans la décennie à venir.

La quantité de dioxyde de carbone libérée par les feux de forêt peut être impressionnante. Pendant l'été 2019, les incendies qui ont dévasté en Sibérie une superficie plus grande que le Danemark ont émis plus de CO<sub>2</sub> que des dizaines de millions de voitures pendant un an. Si la forêt repousse, un incendie peut atteindre la neutralité carbone à long terme. Mais en Sibérie et dans d'autres régions, la combustion de la tourbe – où le carbone s'accumule depuis plusieurs milliers d'années – et la fonte du pergélisol donnent lieu à des émissions nettes de gaz à effet de serre et rompent cet équilibre. Le remplacement des forêts tropicales par des terres

agricoles perturbe également la capacité de la planète à stocker du carbone à long terme.

En dépit de ce que les médias affirment, l'Amazonie n'est pas le « poumon de la planète » : la végétation, neutre de ce point de vue, émettant autant d'oxygène qu'elle en absorbe. Elle affecte en revanche les poumons humains lorsqu'elle brûle en libérant suie et fumée. Les incendies sont responsables de plus de 300 000 décès prématurés chaque année en raison de la mauvaise qualité de l'air.<sup>21</sup> Il existe de multiples raisons de préserver les écosystèmes des forêts tropicales : protéger les populations de la pollution atmosphérique est l'une d'entre elles.

Un système planétaire plus durable continuera de connaître de nombreux incendies. Les humains doivent composer avec cela et mieux gérer les risques – notamment en tempérant le changement climatique.

# POPULISME CONTRE MOUVEMENTS POPULAIRES

**Richard Calland**

Institute for Sustainability Leadership,  
Université de Cambridge, Royaume-Uni ;  
Université de Cape Town, Afrique du Sud

*Recherches supplémentaires par*

**India Jane Calland,**

King's College de Londres, Royaume-Uni



**Partout dans le monde, le populisme de droite gagne du terrain. Cette approche de la politique exploite les peurs des populations durant les périodes de déclin économique et de creusement des inégalités en exacerbant les tendances nationalistes à la fermeture des frontières et au rejet des immigrés.**

Les causes de cette montée sont complexes et variées, et les symptômes diffèrent selon les pays. La crise financière mondiale de 2008 a sans doute été un facteur décisif : la précarité économique a suscité des inquiétudes sociales croissantes, offrant ainsi un tremplin aux partis populistes autoritaires. À cet égard, il existe de nombreuses similarités troublantes entre la situation mondiale actuelle et la montée du fascisme après la crise de 1929.

Le déni du changement climatique traverse la plupart de ces nouveaux courants nationalistes et populistes – dont le président américain Donald Trump est le représentant le plus emblématique. Au moment même où la coopération internationale est essentielle pour mener des actions climatiques efficaces, de nombreux leaders de ces mouvements populistes de droite s'efforcent de démanteler ou décrédibiliser les organisations multilatérales telles que les Nations unies ou l'Union européenne. Ces groupes politiques menacent d'enrayer les progrès de la réponse mondiale au changement climatique et d'empêcher les réflexions sur une restructuration de l'économie plus adaptée à un monde durable.

Mais, dans le même temps, d'autres voix se font entendre, sur la scène politique traditionnelle, parmi les élites progressistes, et surtout dans les mouvements populaires.

Les partis classiques de la gauche et du centre ont, dans la plupart des cas, mis du temps à prendre la mesure de l'impact du changement climatique sur les populations pauvres et la classe ouvrière qu'ils prétendent représenter – se coupant ainsi de leur base électorale traditionnelle. Ils ont eu tendance à envisager le problème sous l'angle restreint de la protection environnementale sans voir les enjeux de droits humains et de justice sociale. Ce fut une erreur. Mais avec l'évolution des opinions publiques mondiales face à l'urgence climatique, certains leaders

*Une manifestante lors de la grève mondiale pour le climat, octobre 2019, Nuremberg, Allemagne*

politiques de gauche et du centre ont pris des positions fortes. Par exemple, au Royaume-Uni, c'est sous la pression du Parti travailliste que le Parlement a déclaré en mai 2019 l'« urgence climatique », tandis qu'aux États-Unis, la députée démocrate au Congrès Alexandria Ocasio-Cortez est l'une des instigatrices d'un ambitieux projet de transformation écologique, le « Green New Deal ».

Mais c'est avant tout la myriade des mouvements populaires nés partout dans le monde – porteurs d'un sentiment commun de frustration et de colère face à l'imminence de la catastrophe climatique – qui prennent le plus d'ampleur et apparaissent comme le contre-pouvoir le plus crédible face à la montée du populisme. Ces mouvements posent des questions pertinentes à ceux qui sont au pouvoir, tout en évitant le piège d'un rejet au prétexte qu'ils émaneraient d'une élite cosmopolite. Ils exercent une véritable pression politique à la mesure de la gravité de la situation que traverse l'humanité parce qu'ils assistent en première ligne au changement climatique et en ressentent l'impact plus que quiconque.

**La montée du populisme de droite**

« Populisme » est un terme qui fait débat et dont la définition n'est pas clairement établie. De manière générale, on peut le décrire comme une étiquette fourre-tout pour toute politique promettant d'apaiser les craintes des masses mécontentes.

Si le populisme prétend parler au nom du peuple, son discours est souvent en contradiction avec les actions de ses leaders qui cherchent à détruire ou affaiblir les institutions démocratiques, ou prennent des positions contraires aux droits humains – notamment en nourrissant un nationalisme de l'exclusion qui exploite, par exemple, les préjugés contre les immigrés. Néanmoins, le populisme peut idéologiquement être de droite ou de gauche, voire combiner les deux. Il peut aussi traverser plusieurs classes sociales. Tous les populismes ne sont pas antidémocratiques ou antipauvres. Par exemple, l'ancien président bolivien Evo Morales a souvent été qualifié de populiste, il n'était pourtant ni climat-sceptique, ni de droite : il a substantiellement réduit les inégalités et la pauvreté pendant son mandat (2006–2019), et la Bolivie a souvent fait partie des pays appelant à des mesures radicales en faveur du climat lors des négociations internationales.

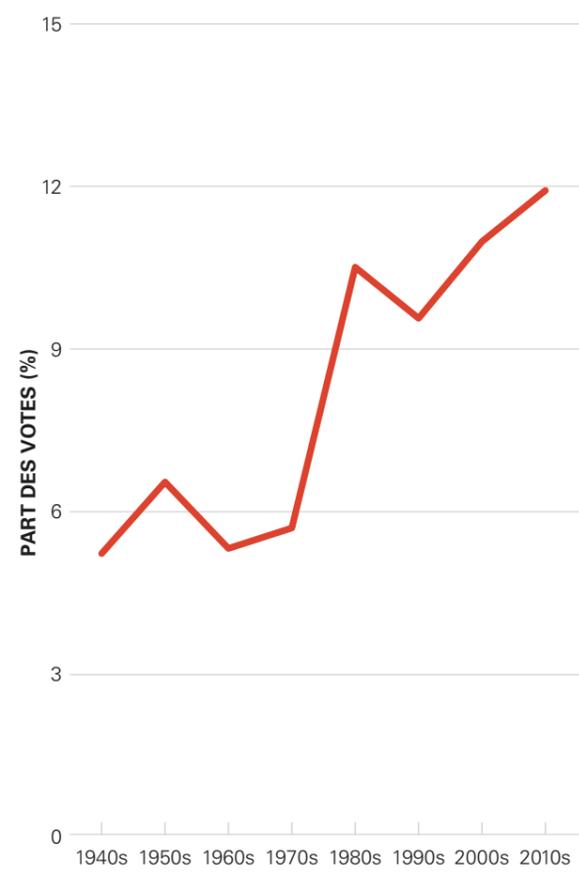
Dans le contexte du changement climatique, le populisme le plus inquiétant est le populisme de droite, ou populisme autoritaire comme l'appellent certains



analystes. Pippa Norris, de la Kennedy School of Government à l'université Harvard, écrit en 2016 que « l'autoritarisme populiste s'explique principalement par une réaction culturelle contre les transformations sociales profondes dans les sociétés occidentales ». Alors que ces sociétés ont adopté des politiques sociales plus libérales, de l'acceptation du mariage homosexuel à l'adhésion aux mécanismes de la gouvernance mondiale, certaines personnes se sont senties de plus en plus inconfortables, explique Norris. « Cette évolution générationnelle à long terme menace bon nombre de valeurs culturelles des traditionalistes. Les citoyens moins éduqués et plus âgés ont peur de devenir marginaux et laissés-pour-compte dans leur propre pays ».<sup>1</sup> Ces individus qui se sentent négligés s'élèvent contre ceux qu'ils perçoivent comme une élite cosmopolite.

Les données suggèrent que ce mouvement a commencé à prendre de l'ampleur dès les années 1980 (voir le graphique « Montée du populisme »). Le pourcentage moyen des votes en faveur des partis populistes autoritaires dans les sociétés post-industrielles n'a cessé d'augmenter, jusqu'en 2016, année où le populisme est apparu comme une force politique majeure – avec l'élection de Trump et le référendum du Brexit, mais aussi la montée de partis populistes un peu partout en Europe.

Certains ont affirmé que le changement climatique et les politiques environnementales occupaient une place



#### Montée du populisme

Part des votes pour les partis populistes dans 32 sociétés occidentales, 1946–2017. Source : Doring et Manow, 2016. Base de données ParlGov ; Guide des élections de l'IFES.

symbolique dans la lutte populiste contre les prétendues élites. À bien des égards, beaucoup de travail reste à faire pour déconstruire le cliché selon lequel le changement climatique est un problème qui ne concernerait que les personnes suffisamment aisées pour se soucier de l'avenir. La protection de l'environnement est perçue comme une préoccupation de la classe moyenne à laquelle la majorité des personnes – qui luttent pour tenir jusqu'à la fin du mois, trouver ou garder un emploi, et nourrir leur famille – n'ont pas le loisir de penser.

Les mesures visant à introduire une taxe carbone constituent une étude de cas intéressante et symptomatique. D'un point de vue logique, étant donné le danger posé par les combustibles fossiles et les émissions de CO<sub>2</sub>, et l'impossibilité pendant longtemps de mettre un prix sur ces externalités, la taxe carbone devrait apparaître comme une solution évidente. Mais ces taxes imposent au public des dépenses à court terme en échange d'un bénéfice futur moins tangible, et ce sont apparemment les pauvres qui payent le plus lourd tribut. En France, par exemple, les gilets jaunes se plaignaient du fait que les revenus de la taxe carbone seraient utilisés pour compenser en partie les réductions d'impôts accordées aux plus riches.

De même, Trump répète avec enthousiasme les « fake news » qui alimentent l'idée selon laquelle le changement climatique est une invention de l'élite urbaine et cosmopolite. Cette élite serait indifférente aux intérêts des hommes (principalement) et des femmes qui travaillent dans les industries qui sont souvent à l'origine de l'urgence climatique – telles que le charbon, le pétrole et les voitures équipées de moteur à combustion.

L'une des premières actions de Trump en tant que président a été d'annoncer le retrait des États-Unis de l'accord de Paris sur le climat. En discutant de cette lourde décision avec son personnel, Trump aurait dit à Gary Cohn, son principal conseiller économique, « Gary, mes électeurs ne vivent pas dans Park Avenue. Ils ne se préoccupent pas des mêmes choses que vous ». Cette rhétorique selon laquelle le changement climatique serait une « arnaque de la gauche », associée à la menace de pertes d'emplois dans le secteur manufacturier et celui des combustibles fossiles pour faire passer le message climato-sceptique, est l'une des nombreuses similarités entre Trump et Jair Bolsonaro – souvent qualifié de « Trump brésilien ».

Au-delà du refus de la réalité du changement climatique, le populisme agite une autre forme de déni qui entrave la progression des actions climatiques. Comme l'explique Alan Rusbridger, ancien rédacteur en chef du *Guardian* dans un ouvrage récent,<sup>2</sup> le populisme se caractérise également par un « déni de complexité ».

Dans un monde complexe avec des problèmes complexes, il est tentant pour les politiciens de pointer du doigt un coupable unique (comme les immigrés) ou une force maléfique (comme l'assurance santé universelle) responsables de l'érosion de la société, de l'économie et du bien-être des masses. Ce n'est jamais vraiment le cas, mais c'est convaincant. Si l'on considère le tissu extrêmement dense de relations entre l'alimentation, l'énergie et les infrastructures urbaines, auquel viennent se superposer des changements et une croissance démographiques exponentiels (au moins dans le monde en développement), le changement climatique et ses impacts sont la quintessence d'un problème épineux conjuguant des facteurs sociaux, politiques et physiques, ce qui en fait une cible toute trouvée pour ce type de déni.



Partisans du président populiste brésilien Jair Bolsonaro, en octobre 2018.

Ainsi, le populisme nie non seulement la science du changement climatique, mais aussi la complexité du problème – ce qui empêche d'en dresser le diagnostic et le pronostic, et de trouver les remèdes appropriés. Le populisme empêche de progresser en abordant les problèmes sans nuance.

Une étude de 2019 sur les programmes politiques des partis populistes européens de droite est très révélatrice<sup>3</sup> : deux tiers des députés européens membres de partis populistes de droite « votent régulièrement contre les politiques énergétiques et de lutte contre le changement climatique », tandis que la moitié de tous les votes contre des résolutions concernant le climat et l'énergie au Parlement européen viennent de ces mêmes partis. Sur les 21 partis populistes de droite étudiés, sept « nient le changement climatique, ses causes anthropiques et ses conséquences négatives ». Selon des estimations basées sur les données du World Resources Institute sur les émissions mondiales de gaz à effet de serre, environ 30 % des émissions mondiales viennent de pays dirigés par des leaders populistes.<sup>4</sup>

L'humanité entre dans une décennie cruciale où soit elle parviendra à s'engager dans un nouveau paradigme économique, soit elle échouera à agir avec l'urgence et la force de transformation nécessaires. Après avoir tant tardé pour prévenir une hausse des températures mondiales sous la barre des 2 °C, des choix audacieux et décisifs devront être faits par les dirigeants. Hélas, le climat politique actuel n'y incite (à certains égards) pas du tout.

L'emprise grandissante du populisme autoritaire devra être repoussée par une force politique disposant d'une puissance et d'un élan au moins égaux. Et sur ce front, la situation évolue rapidement.

#### Les contre-pouvoirs progressistes

J'ai lu pour la première fois l'expression « populisme autoritaire » dans un article<sup>5</sup> d'un collègue universitaire

militant, Vishwas Satgar, en 2016. Je le connaissais depuis plusieurs années en tant que militant anti-apartheid puis, après 1994 et les premières élections démocratiques en Afrique du Sud, en tant que militant pour la justice sociale et comme l'une des grandes figures intellectuelles de la gauche sud-africaine. Satgar mène aujourd'hui les efforts de promotion d'une charte pour la justice climatique<sup>6</sup> en Afrique du Sud, en étroite collaboration avec un réseau mondial de militants. En tant que professeur de relations internationales à l'Université du Witwatersrand, il suit les tendances du militantisme et de la mobilisation au sein de la société civile – des contre-pouvoirs potentiellement efficaces contre le populisme.

Il est intéressant de constater à quel point les militants progressistes, les leaders politiques et les analystes ont mis du temps à faire le lien entre changement climatique et justice sociale, et à former ce que l'on appelle parfois des « coalitions rouge-verte » (le rouge faisant référence aux progressistes, de la gauche et du centre ; et le vert aux écologistes). Ce retard a été à bien des égards un échec de la gauche modérée, tant il est évident que les personnes les plus vulnérables au changement climatique sont celles qui disposent du moins de richesses matérielles et autres ressources pour se défendre.

Comme le notait Satgar lors d'un sommet européen sur l'éducation et le leadership durable à Berlin en mai 2019, beaucoup de mouvements d'extrême gauche ont échoué ces dernières décennies, du communisme soviétique au socialisme africain. Dans le même temps, le capitalisme a atteint de nouveaux sommets, devenant une idéologie « insensible aux besoins des individus à une période de creusement des inégalités et de crises systémiques des ressources naturelles, dont l'eau, amplifiés par le changement climatique ».<sup>7</sup> Cette crise mondiale a touché de plein fouet les démocraties libérales et laissé au populisme autoritaire un champ à exploiter.

Pourtant, simultanément, souligne Satgar, il existe

une histoire du militantisme de près de cinq siècles, principalement portée par des populations autochtones pour la protection des écosystèmes dont elles dépendent. Depuis 1994, par exemple, l'Armée zapatiste de libération nationale lutte pour la restitution des ressources naturelles aux populations indigènes ; en 1999-2000, des manifestations à Cochabamba, en Bolivie, ont réussi à empêcher la privatisation de l'approvisionnement en eau de la ville ; et dans le delta du Niger, les Ogoni continuent de se battre, parfois au prix de leur vie, contre les dommages environnementaux engendrés par les déversements de pétrole et la compagnie pétrolière Shell. Selon Satgar, ces forces menées par les populations indigènes continuent de croître avec l'aggravation des crises environnementales systémiques.

Ailleurs, d'autres formes de protestation et de mobilisation ont vu le jour. L'appel à la fois poignant et acerbe de Greta Thunberg a permis de donner à la lutte contre le changement climatique un visage à mettre en face du climato-scepticisme grossier de Trump – et une voix puissante pour dénoncer l'inaction des dirigeants politiques, accompagnée par l'énergie du mouvement de collégiens et de lycéens #FridaysForFuture et des manifestations d'Extinction Rebellion dans plusieurs grandes capitales.

Du point de vue numérique, ces contre-pouvoirs semblent assez forts. Mais ont-ils suffisamment de poids politique et peuvent-ils faire la différence ? L'histoire montre que les efforts visant à créer des mouvements politiques progressistes et transnationaux ont souvent échoué faute d'avoir pu institutionnaliser les relations entre les forces populaires et sociales ou d'avoir établi un programme politique. En d'autres termes, ces mouvements ont été trop disparates, trop disséminés et trop incohérents dans leur stratégie et leur communication pour avoir suffisamment d'impact.

La sociologue Zeynep Tufekci a beaucoup réfléchi à la question. Elle a étudié le mouvement zapatiste au Chiapas, elle était à la place Tahrir pendant la révolution égyptienne et à Manhattan pour Occupy Wall Street. Elle a remarqué que les outils numériques ne sont pas toujours aussi efficaces qu'on pourrait le penser pour organiser des luttes : « les mouvements modernes sous forme de réseaux peuvent grandir rapidement et prendre en charge toute sorte de tâches logistiques sans structure organisationnelle majeure jusqu'aux premières manifestations... Cependant, cette vitesse peut devenir une faiblesse ».<sup>9</sup> Le manque d'organisation stratégique peut engendrer un éclatement des objectifs, des méthodes et de l'impact – et une absence d'orientation claire lorsque le mouvement évolue.

De toute évidence, une nouvelle vague dynamique de militantisme est en train de naître comme on a pu le voir

à travers les mouvements Me Too, la marche des femmes, Black Lives Matter, #FridaysForFuture, Extinction Rebellion, Sunrise, 350.org, ou encore avec le succès de la campagne mondiale contre le plastique et plus spécifiquement les pailles. Le plus difficile sera sans doute de connecter ces mouvements à des problématiques plus larges de justice sociale et de leur donner assez de cohérence pour être efficaces.

Donc, d'un côté, Greta Thunberg et le mouvement de grève étudiant donnent plus de visibilité aux questions essentielles de justice intergénérationnelle tout en appelant à l'intensification des mesures et en sensibilisant l'opinion publique à l'urgence climatique. Mais, insiste Satgar, cela n'est pas encore suffisant. Une véritable transformation socio-économique nécessitera des mouvements en première ligne pour la défense fondamentale de la vie lors des chocs climatiques. Une véritable transformation passe donc moins par la sensibilisation que par la justice climatique – une justice qui fait le lien entre dégradations écologiques et droits humains, mais qui cherche aussi des moyens d'agir et de changer les modalités de fonctionnement de l'économie et de déploiement du capital.

Comment Thunberg et le mouvement de grève étudiante dans l'hémisphère Nord peuvent, par exemple, se rattacher au déplacement de 1,6 million d'enfants au Malawi, au Zimbabwe et au Mozambique à cause des cyclones, ou aux 300 000 femmes et enfants touchés par des sécheresses au Kenya et en Somalie ? Ces liens doivent être faits afin de convertir ces mouvements naissants en défenseurs énergiques de la justice climatique, ou de la « justice éco-sociale » comme certains l'appellent.

Cela reste plus facile à dire qu'à faire (et bien plus difficile que de décrédibiliser des faits scientifiques sur le climat à coups de tweets). Certaines personnes cherchent à étudier et impulser des transformations sociales à grande échelle et à les orienter dans la bonne direction. Mais ce domaine encore émergent s'avère très complexe (voir le chapitre « Transformation »).

En Afrique du Sud, Satgar continue de travailler consciencieusement avec d'autres pour établir une charte pour la justice climatique, dont le but est d'« unifier les acteurs clés des secteurs fragmentés de la société civile, la justice environnementale, la justice climatique et l'accès à l'eau » tout en établissant un ensemble de principes pour initier « une transition radicale et juste [par rapport au] capitalisme du carbone ». Satgar nourrit une vision de l'Afrique du Sud en tant qu'« État de la justice climatique » ou « État démocratique de l'urgence climatique ». Il pense que son pays peut entraîner le reste de l'Afrique avec lui, créant un effet domino au sein de l'ordre politique international : « cela pourrait contribuer à un basculement à l'échelle mondiale ».<sup>7</sup>

### Point d'inflexion ?

Dans un article paru dans le New Yorker en mai 2019, le cofondateur de l'ONG environnementale 350.org Bill McKibben<sup>9</sup> évoque quelques jalons de la lutte contre le changement climatique – une présentation de la NASA au Congrès en 1988 et le documentaire d'Al Gore *Une vérité qui dérange* au milieu des années 2000. Les deux événements ont fait du bruit, mais aucun ne s'est traduit par des mesures concrètes du Congrès ou de la Maison Blanche. « Le troisième jalon, cependant, vient de mouvements plus larges, et non d'une élite », écrit McKibben, « il ne fait donc pas la même impression. Aujourd'hui, un groupe de jeunes fait le tour des États-Unis en appelant à l'adoption d'un Green New Deal [...] qui permettrait la décarbonisation rapide de l'approvisionnement énergétique américain. Les sondages montrent un soutien assez inattendu pour ce mouvement, dont différentes versions ont été introduites dans des villes et des États partout dans le pays et à l'étranger ».

Simultanément, les recoupements entre le militantisme environnemental et le militantisme de gauche pour plus de justice sociale – la fameuse coalition rouge-verte – deviennent plus évidents. Un sondage effectué par CNN en 2019 montre que le changement climatique est la préoccupation numéro un des électeurs démocrates pour les élections présidentielles américaines de 2020. À gauche, nombreux sont ceux qui ont pris conscience des menaces et des opportunités de cette crise. Mais il n'est pas obligatoire

d'être à gauche pour reconnaître l'imminence du danger et la nécessité d'agir vite. Tout le monde est vulnérable face aux risques climatiques.

Pour atteindre le point d'inflexion – le moment qui changera le cours de l'histoire – il faut gagner le combat politique. Et le combat pour la justice climatique contre le déni des populistes de droite sera titanesque.

Un nouveau paradigme pour vivre dans un monde plus juste est possible, mais la vague actuelle de militantisme devra briser ses carcans. Les mesures et les politiques climatiques doivent être appréhendées dans un contexte complexe impliquant un large éventail d'acteurs et différents niveaux de gouvernance.

Le climato-scepticisme d'un Trump à l'ère de la « post-vérité », amplifié par les réseaux sociaux, nous distrait autant qu'il empêche les actions nécessaires. En dépit de leurs défauts, les outils numériques nous offrent une formidable opportunité de construire un autre récit et de recruter de nouveaux militants. Les individus peuvent se connecter plus facilement par delà les mers et les continents. Le déni du changement climatique peut être réfuté et la rhétorique populiste enrayée. Les manifestations peuvent s'organiser en quelques jours. La jeunesse a n'en pas douter fera de son mieux, en premier lieu parce qu'elle a un intérêt direct à agir : c'est avant tout son avenir qui est en jeu.

## UNE CRISE MONDIALE A TOUCHÉ DE PLEIN FOUET LES DÉMOCRATIES LIBÉRALES ET LAISSÉ AU POPULISME AUTORITAIRE UN CHAMP À EXPLOITER

### Positions sur le climat

Positions des partis populistes européens de droite vis-à-vis de la science du changement climatique. *Source : Adelphi, 2019*

#### DÉNIALISTE / SCEPTIQUE

- Autriche : Parti de la liberté d'Autriche
- Danemark : Parti populaire danois
- Estonie : Parti populaire conservateur d'Estonie
- Allemagne : Alternative pour l'Allemagne
- Grande Bretagne : Parti pour l'indépendance du Royaume-Uni
- Pays-Bas : Parti pour la liberté
- Suède : Démocrates de Suède

#### DÉSENGAGÉ / PRUDENT

- République tchèque : Liberté et démocratie directe
- France : Rassemblement national
- Grèce : Aube dorée
- Italie : Ligue du Nord
- Lituanie : Ordre et justice
- Norvège : Parti du progrès
- Belgique : Vlaams Belang
- Bulgarie : Mouvement national bulgare
- Pologne : Droit et justice
- Slovaquie : Parti national slovaque
- Suisse : Union démocratique du centre

#### AFFIRMATIF

- Finlande : Parti des Finlandais
- Hongrie : Fidesz
- Lettonie : Alliance nationale

Océan

# GOUVERNER LA HAUTE MER

**Robert Blasiak**  
Stockholm Resilience Centre,  
Université de Stockholm, Suède

**Nobuyuki Yagi**  
GSALS, Université de Tokyo, Japon



**À l'heure où les océans font régulièrement la une des journaux, des représentants du monde entier négocient un nouveau traité des Nations unies sur la haute mer. La pollution des océans par le plastique suscite aujourd'hui l'attention à l'échelle internationale. L'exploitation minière des fonds marins est sur le point de devenir une réalité. Et tandis que des « guerres du poisson » se profilent à l'horizon, les scientifiques commencent à comprendre les gènes qui permettent la survie dans les environnements les plus extrêmes de l'océan, et les spécialistes en biotechnologie à entrevoir des moyens de les utiliser.**

L'importance des océans pour la biosphère et le bien-être humain est immense. Plus de trois milliards de personnes dépendent du fonctionnement d'écosystèmes marins pour leur source principale de protéines, et près de la moitié de l'humanité est liée à la biodiversité marine et côtière.<sup>1</sup> Les océans façonnent le climat de la Terre et jouent un rôle fondamental dans les coutumes, les traditions et l'identité des communautés côtières du monde entier. La vie a évolué de manière à prospérer dans divers habitats océaniques, et l'identification de ces adaptations dans le séquençage des génomes suscite un intérêt croissant pour l'élaboration des médicaments de demain.

Si les océans ont longtemps été considérés comme trop grands pour être significativement altérés par l'activité humaine, il est dorénavant clair qu'ils sont eux aussi entrés dans l'Anthropocène, cette nouvelle époque géologique de l'histoire de la Terre caractérisée par l'influence dominante de l'Homme. Les facteurs de stress allant du changement climatique à la pollution, en passant par la pêche et la navigation, ont en moyenne quasiment doublé au cours de la dernière décennie, selon une étude récente.<sup>2</sup> De plus, la fonte des glaces a libéré de nouvelles voies de passage au nord qui entraîneront une augmentation du trafic maritime et d'autres activités humaines.

La pêche industrielle touche plus de 55 % de la surface océanique.<sup>3</sup> Le changement climatique entraîne un réchauffement et une acidification des eaux : 2018 a été l'année la plus chaude jamais enregistrée, une tendance qui devrait s'intensifier rapidement au cours du XXI<sup>e</sup> siècle,<sup>4</sup> tandis que la concentration en ions hydrogène, qui détermine l'acidité des océans, a progressé de 26 % au cours des 100 dernières années. Des tonnes de plastique sont rejetées en mer tous les jours, avec des impacts écologiques encore mal connus (voir l'encadré « *Le plastique dans l'océan* »). Les réseaux de transport maritime mondiaux ont contribué à la propagation d'espèces exotiques envahissantes, tandis que la surutilisation des antibiotiques dans l'aquaculture a favorisé la diffusion d'agents pathogènes résistants aux antimicrobiens. Le rapport spécial du Groupe d'experts

intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) sur les océans et la cryosphère, publié en septembre 2019, montre comment la dégradation des services écosystémiques a eu, dans l'ensemble, des impacts négatifs sur la santé et le bien-être humains.

Parallèlement à ces récits d'abondance et de dégradation, il existe une troisième vision ambitieuse de l'océan en tant que nouvelle frontière et moteur du futur développement économique. Plusieurs États ont préconisé l'instauration d'une économie bleue qui met en avant le bien-être humain tout en permettant une répartition plus juste et une gestion plus efficace des ressources marines.

Parviendrons-nous à cet objectif ? Comment accommoder les aspirations de plus de 190 pays tout en évitant la dégradation des océans et en garantissant que les futures générations pourront continuer de bénéficier de leurs richesses ? Ces questions relèvent de la gouvernance des océans, un réseau complexe de règles, de normes, de mécanismes et d'autres instruments superposé aux frontières fluides des océans.

## La haute mer

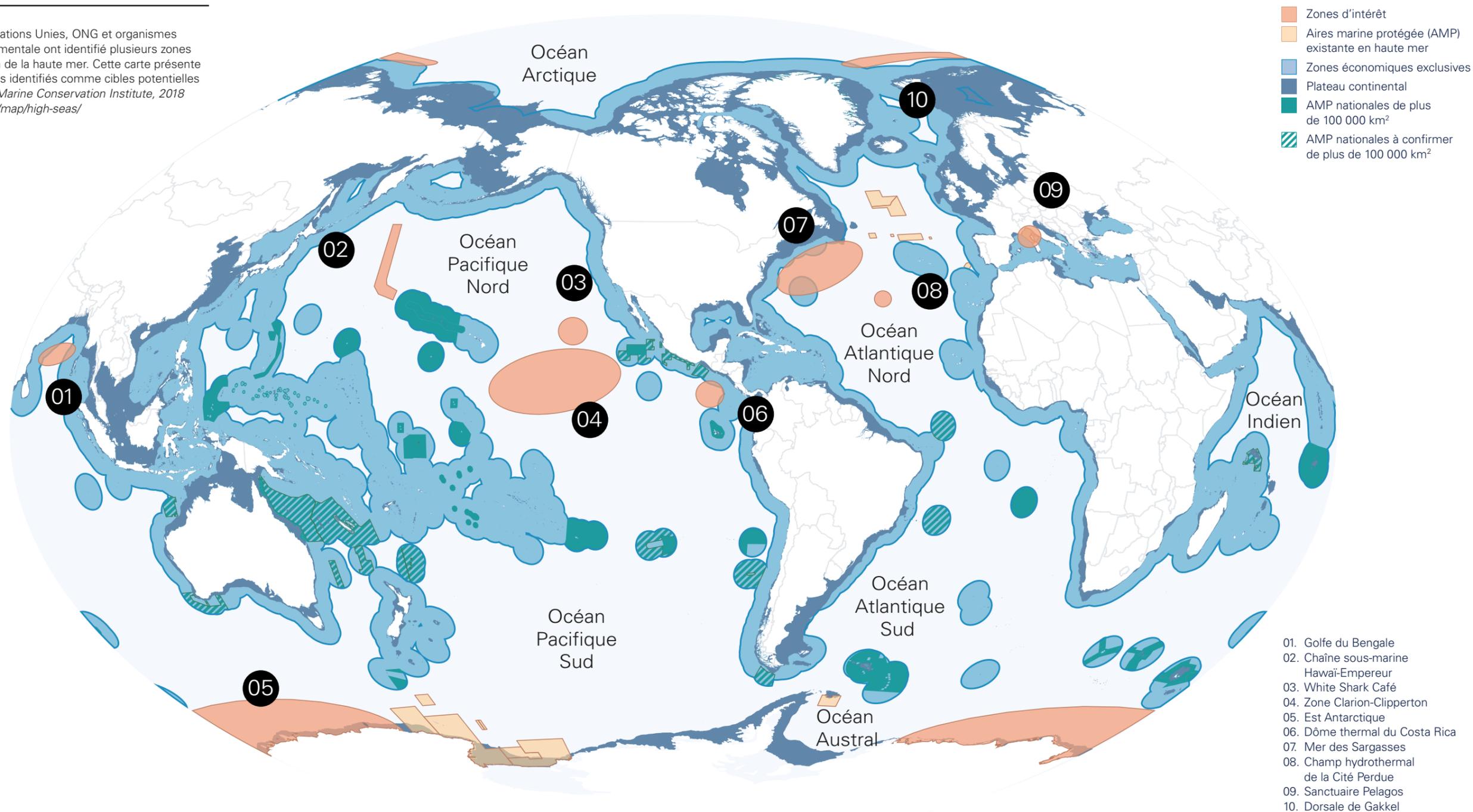
Aujourd'hui, le principal enjeu de la gouvernance des océans concerne, à juste titre, la plus grande zone juridictionnelle des océans. Les zones économiques exclusives s'étendent généralement à 200 miles marins des côtes et délimitent un espace au sein duquel les États jouissent d'une autonomie relativement large pour l'utilisation de l'environnement marin et de ses ressources. Mais presque les deux tiers des océans existent au-delà de ces frontières, dans de vastes « zones ne relevant pas d'une juridiction nationale » (ABNJ selon le sigle anglais « Areas Beyond National Jurisdiction ») couvrant 64 % des océans et près de 40 % de la surface de la Terre.

Dans l'imaginaire populaire, les ABNJ évoquent de grandes étendues non contrôlées où règne « la liberté de la haute mer ». En réalité, une multitude d'organisations sont mandatées pour gouverner divers aspects des ABNJ – bien que de nombreux experts estiment que la somme de ces mandats n'est pas équivalente à une réelle gouvernance.

La Convention des Nations unies sur le droit de la mer, par exemple, stipule que la haute mer est ouverte à tous les États, à certaines conditions, et que ces derniers doivent coopérer pour la préservation des espèces marines vivantes. De nombreuses pêcheries internationales sont réglementées par des organisations régionales de gestion des pêches (ORGP), appelées en renfort par des organismes tels que l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) pour contribuer à la protection des écosystèmes marins vulnérables. L'Organisation maritime internationale, responsable du trafic maritime, entend défendre les « zones maritimes particulièrement sensibles » ; l'Autorité internationale des fonds marins, chargée de l'exploitation minière des fonds marins, veille quant à elle sur les « zones présentant un intérêt environnemental particulier » ; tandis que la Convention sur la diversité biologique sauvegarde les « aires marines importantes sur le plan écologique ou biologique ».

### Zones prioritaires

Diverses agences des Nations Unies, ONG et organismes de protection environnementale ont identifié plusieurs zones prioritaires de protection de la haute mer. Cette carte présente une sélection de dix sites identifiés comme cibles potentielles de protection. Source : *Marine Conservation Institute, 2018* <http://www.mpatlas.org/map/high-seas/>



- 01. Golfe du Bengale
- 02. Chaîne sous-marine Hawaï-Empereur
- 03. White Shark Café
- 04. Zone Clarion-Clipperton
- 05. Est Antarctique
- 06. Dôme thermal du Costa Rica
- 07. Mer des Sargasses
- 08. Champ hydrothermal de la Cité Perdue
- 09. Sanctuaire Pelagos
- 10. Dorsale de Gakkel

Pourtant, il est rare que ces zones devant faire l'objet d'une attention ou d'une protection spéciales se recoupent. Plus important encore, les efforts d'un secteur pour protéger une zone spécifique ne font rien pour limiter les activités d'autres secteurs. Si une ORGP décide d'interdire le chalutage de fond dans une zone abritant des systèmes sensibles de monts hydrothermaux, par exemple, cela ne signifie pas que la zone est protégée de l'exploitation minière. Les ORGP, comme beaucoup d'organismes internationaux, pâtissent du rythme particulièrement lent de la recherche de consensus : des années de négociations sont nécessaires pour parvenir à un accord qui spécifie ou restreint les droits des pays membres.

Ces lenteurs risquent d'empêcher les engagements pris par les États – à travers les cibles d'Aichi (adoptées lors

de la Convention sur la diversité biologique) et les objectifs de développement durable de 2015 – de placer au moins 10 % des zones côtières et marines sous protection d'ici 2020 (contre 7,6 % aujourd'hui). Nombreux sont ceux qui demandent une extension de ces cibles : Greenpeace et l'Union internationale pour la conservation de la nature ont toutes deux appelé à une protection de 30 % des océans d'ici 2030. Seuls 36 % des océans sont sous une juridiction nationale ; personne ne s'attend à ce que la quasi-totalité de ces zones reste intouchée sous le statut de zone protégée, d'autant plus que la seule préservation des habitats côtiers ne suffirait pas à une conservation globale des océans. La réalisation de ces cibles présuppose l'établissement de mécanismes permettant de protéger d'immenses étendues de haute mer.

Certains chercheurs ont récemment appelé à une fermeture complète de la haute mer à la pêche. Ces derniers notent que seul un petit nombre de pays pêchent aujourd'hui dans les ABNJ (six pays représentent 77 % de la flotte de pêche de ces zones) ; la plus grande part de cette pêche ne serait pas rentable sans subventions ; et le poisson pêché en haute mer ne représente qu'une faible contribution à la sécurité alimentaire mondiale (2,4 % des produits marins, en volume, viennent de la haute mer).<sup>5,6</sup> Compte tenu du paysage actuel de la gouvernance internationale, toute fermeture de pêche juridique contraignante dans les ABNJ devrait avoir lieu par l'intermédiaire des ORGP, et les fermetures à grande échelle sont peu probables. Les moyens alternatifs pour réduire la pêche en haute mer consistent

à supprimer progressivement les subventions permettant de telles activités, et à mettre en place des campagnes de sensibilisation pour stimuler la demande en produits halieutiques locaux.

La création de zones marines protégées en haute mer reste encore l'option la plus simple. C'est l'un des éléments de négociations du traité des Nations unies portant sur la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité marine des zones ne relevant pas de la juridiction nationale, également connue sous le sigle anglais « Biodiversity Beyond National Jurisdiction » (BBNJ).

## Protéger la biodiversité

Le 24 décembre 2017, près de 15 années de réunions ont trouvé une conclusion avec la résolution 72/249 de l'Assemblée générale des Nations unies. La résolution décide notamment de convoquer une conférence intergouvernementale sur la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité marine des ABNJ. Tandis que la résolution de l'Assemblée générale des Nations unies offrait aux négociateurs des États l'opportunité de renforcer la gouvernance d'une moitié de la planète, elle leur liait aussi d'une certaine façon les mains en leur demandant de ne pas « porter préjudice aux instruments et cadres juridiques en vigueur pertinents ».

L'accent est mis sur quatre questions clés : les outils de gestion par zone (y compris les aires marines protégées, ou AMP) ; les ressources génétiques marines, ou RGM (y compris pour le partage des avantages découlant de leur utilisation) ; les études d'impact sur l'environnement (EIE) ; ainsi que le renforcement des capacités et le transfert de techniques marines (RC/TTM).

Si l'on ne craint pas de se perdre dans ce dédale de sigles, on peut résumer assez rapidement les négociations sur la BBNJ : les EIE et les RC/TTM sont assez simples ; les AMP sont moins évidentes et les RGM sont un cauchemar de complexité. Malgré cela, la résolution de l'Assemblée générale des Nations unies stipule clairement que les négociations doivent porter sur l'ensemble des questions retenues et qu'un accord doit être trouvé sur les quatre éléments. Résoudre les questions relativement simples et garder les points plus complexes pour de futures négociations n'est absolument pas envisageable. Passer de la version préliminaire du traité à un texte faisant consensus sera difficile, mais pas impossible. Au moment où nous rédigeons ces lignes, la conférence intergouvernementale, divisée en quatre séries de réunions de deux semaines organisées entre 2018 et 2020, était aux trois quarts terminée, et la version préliminaire du traité BBNJ en circulation.

La mise au point de nouveaux mécanismes pour la création d'AMP en haute mer, par exemple, nécessitera un travail méticuleux pour ne pas porter préjudice aux instruments juridiques existants. Les négociateurs devront naviguer entre de nombreuses subtilités juridiques. Les organisations non gouvernementales (ONG) et les chercheurs ont déjà sauté le stade des négociations pour commencer à suggérer où les futures AMP en haute mer devraient se situer. Une étude récente envisage à cet égard d'utiliser la « connectivité écologique »,

à savoir la cartographie et la quantification des liens entre les ABNJ et les écosystèmes côtiers, en particulier l'identification des ABNJ les plus susceptibles d'avoir un impact sur les eaux côtières.<sup>7</sup> Cette notion pourrait servir de mécanisme de base pour l'identification des zones de haute mer les plus importantes. Les autres efforts d'identification d'AMP se sont concentrés sur la circonscription de systèmes irremplaçables tels que ceux contenant des monts sous-marins ou des monts hydrothermaux (*voir la carte « Zones prioritaires »*).

Il convient de se rappeler que même si un accord est atteint pour établir des AMP en haute mer, la mise en œuvre et l'application efficaces de cet accord seront difficiles, et les modalités de partage du coût de ces activités de gestion sont encore à déterminer.

Aussi sensible que puisse apparaître le sujet des AMP, la tâche proprement herculéenne à laquelle les négociateurs devront se confronter porte sur la gestion des ressources génétiques des ABNJ. Les scientifiques commencent à peine à comprendre la vie marine dans les ABNJ, et la communauté des biotechnologies à entrevoir son potentiel commercial, mais les applications couvrent déjà une large gamme de médicaments de la mer (notamment cinq traitements anticancer approuvés par l'Agence américaine des produits alimentaires et médicamenteux) ainsi que des crèmes anti-âges contenant une bactérie tirée d'un vers vivant sur les monts hydrothermaux.

L'expérience montre qu'un accès équitable et un partage des avantages tirés des ressources génétiques ont toujours représenté un défi majeur pour la communauté internationale. S'il est vrai que les politiques réglementaires évoluent souvent bien moins vite que la science, c'est particulièrement vrai dans le cas des biotechnologies qui font chaque jour de nouveaux progrès. Au cours des dix dernières années, par exemple, le prix du séquençage de l'ADN a fait une chute vertigineuse passant de l'ordre du milliard à celui du millier de dollars.

Prenons le protocole de Nagoya de la Convention sur la diversité

biologique : il s'agit d'un accord international visant à éliminer les pires formes de biopiraterie par l'établissement d'accords sur l'accès aux ressources génétiques et le partage des avantages découlant de leur utilisation. La nécessité de ce protocole était déjà affirmée dans le troisième objectif de la Convention sur la diversité biologique (en 1992), mais il n'a pas été établi avant 2010. Au moment où il entrait enfin en vigueur, en 2014, les scientifiques dépendaient

déjà beaucoup moins d'échantillons physiques, mais plus de données de séquençage génétique – souvent transmises sous forme numérique – en dehors de la portée du protocole.<sup>8</sup>

Pour le moment, ce fossé ne semble pas si problématique. Lorsque des chercheurs (notamment l'auteur principal de ce chapitre) ont analysé 7,3 millions de séquences génétiques associées à des demandes de brevet international, ils ont découvert que seulement 862 gènes appartenaient à des organismes marins ; la vaste majorité provenait de sources terrestres.<sup>9</sup> Selon toute probabilité, un nombre encore plus restreint de gènes appartenait à des organismes marins trouvés dans les ABNJ.

Cela pourrait amener à penser, étant donné le faible nombre de gènes brevetés, qu'il y a peu de raisons de réglementer l'accès aux ressources génétiques des ABNJ, mais il ne faut pas oublier que ce sont les gènes du vivant présent dans deux tiers des océans qui sont en jeu et que leurs propriétés et leur potentiel sont encore largement inconnus. Il y a en outre une question d'équité à prendre en compte : seule une poignée de pays riches ont la possibilité de mener une activité compétitive dans ce secteur de l'économie bleue. Dans cette étude, une dizaine de pays étaient à l'origine de 98 % des demandes de brevet, laissant plus de 160 pays sans aucune représentation.

Étant donné la vitesse avec laquelle les avancées biotechnologiques ont dépassé la réglementation dans d'autres domaines, les négociateurs devraient consacrer du temps et des efforts à la résolution de cette question urgente. Plus important encore, les États doivent s'assurer que les entreprises du secteur privé et les universités qui posent des demandes de brevet sont incluses dans les négociations. Leur expertise permet d'avoir un point de vue pratique et concret dans un secteur sans cesse en mouvement, et elle pourrait bien contribuer aux futures initiatives de renforcement des capacités.



# LES NÉGOCIATEURS DEVRONT NAVIGUER ENTRE DE NOMBREUSES SUBTILITÉS JURIDIQUES

## LES GUERRES DU POISSON

En 2007, une évolution liée au climat de la localisation et de la quantité des stocks de maquereaux dans l'Atlantique a entraîné une série de décisions et de réponses unilatérales qui ont dégénéré en conflit entre plusieurs pays de pêche souhaitant « prendre leur part » de cette manne. Ce conflit baptisé « guerre du maquereau » ne sera sans doute pas le dernier en son genre.

Les recherches suggèrent que le réchauffement des eaux océaniques contribuera à une migration de grande ampleur des stocks de poissons commerciaux vers les zones polaires. Selon une étude récente, les espèces s'installeraient dans un nouveau territoire au rythme de 70 kilomètres par décennie.<sup>14</sup> Dans un scénario de fortes émissions de gaz à effet de serre, certains pays pourraient voir arriver jusqu'à

12 nouvelles espèces de poissons commerciaux dans leur zone économique exclusive d'ici la fin du siècle. Alors que d'autres États pourraient quant à eux perdre des stocks halieutiques, les conflits risquent de se multiplier.

Dans une étude de 2019, des chercheurs (dont Robert Blasiak, l'un des auteurs de ce chapitre) ont collecté et analysé 40 années de reportages de presse en anglais sur des conflits internationaux autour du poisson, allant de la condamnation publique d'activités de pêche jusqu'à des actes militaires ayant provoqué des pertes de vies humaines.<sup>15</sup> Cet ensemble de données montre une nette progression des conflits liés à la pêche au cours des 15 dernières années, l'Asie de l'Est et l'Asie du Sud-Est apparaissant comme des points chauds de ces futures guerres du poisson.

## LE PLASTIQUE DANS L'OcéAN

La Convention Marpol a interdit tout rejet de matière plastique dans la mer dès 1988, mais l'application de cette interdiction est très difficile.

On estime que 13 000 à 35 000 tonnes de plastique sont rejetées dans les océans tous les jours. Près de 322 millions de tonnes de plastique sont produites chaque année, et seulement 20 % sont incinérées ou recyclées ; le reste finissant dans des décharges ou dans la nature.

La situation dramatique de la mégafaune marine, dont les individus sont coincés dans des filets de pêche abandonnés, perdus ou jetés, ou ont ingéré de grandes quantités de plastique, trouve régulièrement un écho dans les médias.

Le plastique ne se décompose pas, mais se divise en morceaux de plus en plus petits : des microparticules de plastique ont été trouvées dans les grandes profondeurs océaniques et jusque dans les régions polaires. L'ingestion de microplastique par de nombreux organismes allant des moules, qui se nourrissent par filtration, jusqu'aux espèces de poissons commerciales soulève de vives inquiétudes pour la santé humaine. Même si les premières analyses suggèrent des impacts minimes sur la santé,<sup>16</sup> la perception des produits halieutiques comme une source de nourriture polluée pourrait modifier les habitudes de consommation.

La Chine a longtemps été le principal importateur des déchets plastiques mondiaux avant d'arrêter au début de l'année 2018. En mai 2019, la quasi-totalité des pays du monde a accepté un amendement à la Convention de Bâle mettant fin à l'exportation de plastique vers les pays pauvres. Les conséquences à long terme de cette restructuration des flux mondiaux de déchets plastiques sont encore floues.

En juin 2019, les dirigeants du G20 ont développé la vision de l'océan bleu d'Osaka (Osaka Blue Ocean Vision) afin d'éliminer la pollution additionnelle par les déchets en plastique d'ici 2050. Bien que le document ne soit pas juridiquement contraignant, c'est un pas dans la bonne direction.

### L'exploitation minière des fonds marins

L'exploitation minière des fonds marins est l'autre grand sujet de controverse. Les nodules polymétalliques, aussi appelés nodules de manganèse, éparpillés sur le plancher océanique, les encroûtements cobaltifères des monts sous-marins, et les gisements minéraux formés autour des monts hydrothermaux font l'objet d'une attention particulière. Les métaux tels que le cobalt, le manganèse et le nickel sont indispensables à de nombreuses applications de haute technologie, des batteries d'appareils électriques aux composants électroniques des smartphones.

Ceux qui souhaitent exploiter ces gisements avancent que la demande de minéraux progresse rapidement, ce qui conduit à l'extraction de minerais de moindre qualité sur terre et à l'utilisation de méthodes d'exploitation plus gourmandes en énergie.<sup>10</sup> De ce point de vue, les fonds marins représentent une chance d'exploitation minière écologiquement responsable. Les opposants soulignent en revanche le degré d'incertitude scientifique concernant les fonds marins (les surfaces de Mars, Venus et de la lune ont été plus précisément cartographiées) et les impacts potentiels de ces activités minières. Les panaches de sédiments toxiques mis en suspension par les activités minières, par exemple, peuvent s'étendre sur des kilomètres autour de la source, et donner lieu à des taux de dépôt des sédiments plusieurs milliers de fois supérieurs aux niveaux naturels.

Un éditorial publié en 2018 par la revue *Science* préconise une approche prudente en soulignant l'étendue de notre ignorance des écosystèmes en haute mer et le danger posé par la proposition de l'administration américaine d'ouvrir 90 % du plateau continental des États-Unis au forage pétrolier et gazier.<sup>11</sup>

L'Autorité internationale des fonds marins (AIFM) a déjà pour mandat de réglementer toutes les activités liées aux minéraux dans les ABNJ, ce qu'elle a fait pour la prospection des nodules polymétalliques (2000), des sulfures (2010) et des encroûtements polymétalliques (2012). La prochaine étape consiste à formuler des réglementations allant au-delà des activités d'exploration et de prospection pour gérer également l'exploitation. Ce processus a commencé en 2014, et un ensemble de règlements de l'AIFM portant sur l'exploitation minière dans les ABNJ devrait être adopté d'ici 2021.

L'AIFM a déjà désigné neuf « zones présentant un intérêt environnemental particulier » (ZIEP) protégées de l'exploration, de la prospection et de l'exploitation minières. Ce réseau couvre 160 000 km<sup>2</sup> dans la zone de fracture de Clarion-Clipperton, une zone de l'océan Pacifique riche en nodules polymétalliques. Conscients du développement imminent des activités commerciales dans les fonds marins des ABNJ, des chercheurs indépendants ont publié en 2018 une étude identifiant d'autres zones qu'il faudrait protéger en priorité.<sup>12</sup>

Dans le cadre du code de l'exploitation minière proposé par l'AIFM, les entrepreneurs devront mener des EIE et établir des zones témoins de préservation pour contribuer au maintien de la biodiversité et au fonctionnement des écosystèmes. Un autre signe encourageant a été envoyé par le secteur industriel qui cherche à s'engager activement auprès de la communauté scientifique pour évaluer les impacts environnementaux de la bioprospection et des activités d'exploration. Cependant, de nombreuses ONG et organisations écologistes rejettent catégoriquement l'exploitation minière des fonds marins et ont répété

à plusieurs reprises que cette activité n'avait « aucune place dans le Programme de développement durable à l'horizon 2030 ».

### Les défis de demain

Le changement climatique reste un point d'interrogation majeur pour la future gouvernance des océans. Il bouleverse déjà les conditions et la répartition de la vie marine, et ces impacts devraient s'intensifier à l'avenir (voir l'encadré « *Les guerres du poisson* »).

Alors que la coopération internationale entre les États sera cruciale pour relever les défis de la gouvernance des océans d'aujourd'hui et de demain, les ONG et le secteur privé sont aussi des acteurs clés. Les ONG, par exemple, ont joué un rôle important dans l'élaboration d'un traité international sur la BBNJ, et elles comptent parmi les opposants les plus déterminés de l'exploitation minière des fonds marins. Le secteur privé commence timidement à assumer des fonctions d'intendance de l'océan au lieu de considérer ce dernier simplement comme un milieu parmi d'autres du développement industriel. On peut citer à cet égard plusieurs exemples encourageants de groupes industriels cherchant à améliorer leurs pratiques, notamment via la Global Salmon Initiative (pour le saumon), la Seafood Business for Ocean Stewardship initiative (pour les produits marins) et la plateforme d'action pour une exploitation durable des océans du Pacte mondial des Nations unies.

Si l'on peut faire preuve au mieux d'un optimisme prudent concernant l'aboutissement des négociations BBNJ vers un traité ambitieux et contraignant, il y a beaucoup d'autres signaux immédiats et encourageants suggérant une évolution de la gouvernance des océans dans la bonne direction.

De nouveaux outils permettent des actions plus directes vers une gouvernance durable des océans. Par exemple, la même technologie de la blockchain qui permet la création de cryptomonnaies crée de nouveaux niveaux de transparence et de traçabilité pour les chaînes d'approvisionnement des produits marins. Le site internet Global Fishing Watch lancé en 2016 par Google et deux organisations à but non lucratif, Oceana et SkyTruth, permet au grand public de consulter en temps réel le positionnement des navires de pêche. D'autres initiatives cherchent à évaluer les prises de la pêche illicite, non déclarée et non réglementée (INN) grâce à des images de télédétection satellitaire dans le nord-est du Pacifique.<sup>13</sup>

Les grands enjeux liés aux océans font également naître des actions qui transcendent les alliances traditionnelles. Les dirigeants du sommet du G20 d'Osaka, au Japon, en juin 2019, ont reconnu l'importance de la lutte contre la pêche INN pour assurer l'utilisation durable des ressources marines et protéger l'environnement marin, notamment la biodiversité, et ils ont réaffirmé leur volonté de mettre fin à cette pêche. Si les gouvernements, l'industrie et la société civile s'emparent de concert des grandes thématiques de la protection des océans, il y aura alors de bonnes raisons d'être optimiste.

# FAVORISER LA MOBILITÉ QUAND VIVRE AILLEURS N'EST PLUS UN CHOIX

David J. Wrathall, Laura E. R. Peters,  
Jamon Van Den Hoek, Kali Abel, Bran Black

*Tous les auteurs sont affiliés au*

College of Earth, Ocean and Atmospheric Sciences  
de l'Université d'État de l'Oregon, États-Unis



**Pendant les années 2010, on a vu dans les médias une quantité croissante de reportages sur des groupes de migrants d'Amérique centrale marchant plusieurs milliers de kilomètres jusqu'à la frontière entre les États-Unis et le Mexique pour fuir la pauvreté et la violence et rechercher une vie meilleure aux États-Unis.**

Le gouvernement américain a qualifié ce phénomène des caravanes de migrants de « crise » – non en raison des conditions de vie très difficiles des migrants chez eux et à la frontière sud des États-Unis, mais à cause de la présence de migrants illégaux dans le pays. En novembre 2018, les véritables crises se sont intensifiées : à Tijuana, on dénombrait plus de 5 000 migrants entassés dans un complexe sportif en attendant de connaître leur sort ; aux États-Unis, des enfants de migrants étaient séparés de leurs parents.

La prétendue « crise » des migrants d'Amérique centrale n'est qu'une occurrence parmi de nombreuses autres que le monde a connu au cours des dernières décennies. En septembre 2019, le conflit syrien avait fait plus de 5,6 millions de réfugiés, partis principalement en Turquie, au Liban et en Jordanie. En 2018, 800 000 personnes ont fui leurs pays natals en Afrique du Nord, en tant que demandeurs d'asile ou réfugiés, certains s'embarquant au péril de leur vie sur des embarcations rudimentaires pour traverser la Méditerranée. À chaque fois, des phénomènes climatiques tels que des sécheresses et des famines se sont apparemment ajoutés à l'instabilité et la violence auxquelles les migrants tentaient d'échapper, pour se retrouver face à des politiques frontalières de plus en plus hostiles.

Pour de nombreux observateurs de l'hémisphère Nord riche et industrialisé, l'afflux de migrants forcés d'Amérique centrale et du Moyen-Orient n'est que le premier signe d'une invasion imminente : ils font l'hypothèse que les impacts du changement climatique donneront lieu à des explosions de violence et/ou pousseront des millions de personnes vers leurs frontières, causant encore plus de violences et d'autres problèmes. Pourtant, les données et projections actuelles ne confirment pas ces scénarios catastrophistes.

Contrairement à ce qu'annoncent les grands titres des journaux, les recherches suggèrent que le changement climatique ne donnera probablement pas lieu à de nouveaux schémas migratoires, pas plus qu'il ne serait un facteur d'instabilité politique ou de conflits entre États. Pour chaque cas où une catastrophe liée au changement climatique a été accompagnée de violence et de migrations, il y a des centaines de cas où des catastrophes ont été surmontées pacifiquement par une gestion efficace. Dans les cas où le changement climatique accélère la migration, une politique migratoire bien conçue peut maîtriser les conséquences des mouvements de population.

En d'autres mots, l'humanité n'est pas à la merci de forces au-delà de notre contrôle : les décisions humaines sont au cœur des crises, le changement climatique ne fait pas tout. De bonnes politiques migratoires, des mesures d'adaptation au climat et des actions d'atténuation des catastrophes peuvent contribuer à surmonter les difficultés et stimuler les effets positifs pour les migrants et leurs communautés hôtes, même face à la violence et aux catastrophes climatiques. En revanche, les politiques malavisées, basées sur des hypothèses fausses, les peurs exagérées et l'alarmisme n'aident pas les personnes vulnérables à s'adapter à l'évolution des conditions de vie sur notre planète.



*Migrants d'Amérique du Sud dans un complexe sportif surpeuplé à Tijuana, en novembre 2018.*

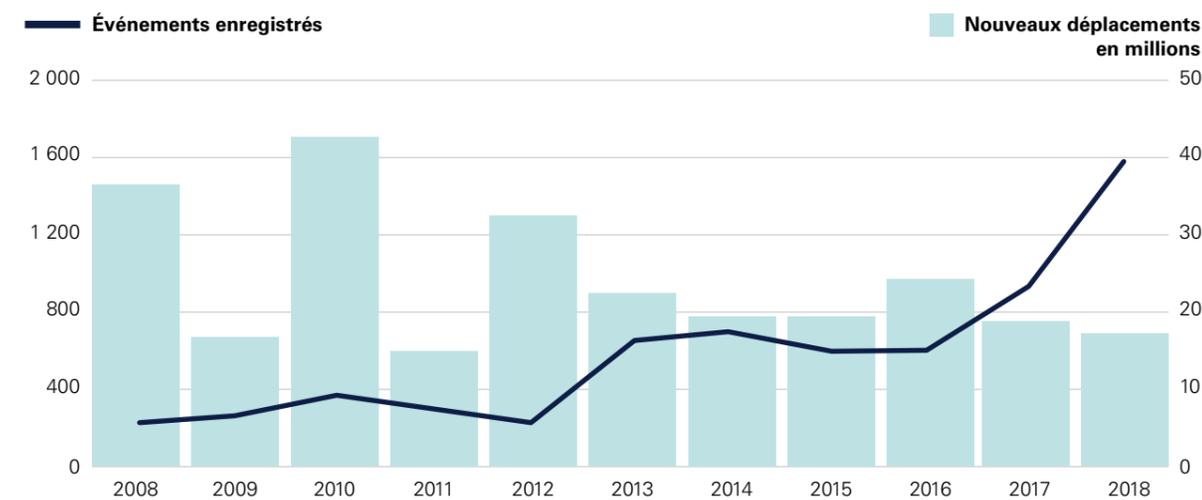
## Des peuples en mouvement

Combien de personnes vont devoir partir de chez elles en raison du changement climatique ? La réponse à cette question dépend presque totalement de la vitesse à laquelle nous réduirons les émissions polluantes et des mesures politiques que nous mettrons en œuvre pour surmonter la vulnérabilité. On insistera jamais assez sur ce point : le nombre de migrants climatiques de demain sera déterminé par ce que les gouvernements et les décideurs politiques font aujourd'hui.

Afin de mettre en lumière le calvaire des populations les plus vulnérables au changement climatique, les organismes chargés de la défense des migrants ou de la formulation de politiques ont voulu quantifier les migrations et les déplacements liés au changement climatique et aux conflits, et tenter de prédire les futures migrations. Mais ces prédictions ont eu pour conséquence involontaire et malheureuse de nourrir des récits alarmistes et réactionnaires.

L'article de 2002 du spécialiste britannique de l'environnement Norman Myers estime par exemple à 25 millions le nombre de « réfugiés » environnementaux en 1995 et prédit – sur la base d'hypothèses floues – un doublement de ce nombre d'ici 2010, puis un déferlement de 200 millions de personnes fuyant leur foyer à cause de catastrophes climatiques d'ici 2100.<sup>1</sup> D'autres, en s'appuyant sur des cadres de modélisation vagues, ont annoncé jusqu'à un milliard de migrants climatiques d'ici 2100. Ces déclarations, si elles cherchent avant tout à rappeler la gravité des conséquences du changement climatique, alimentent l'inquiétude du grand public et les politiques xénophobes sur, comme le notait satiriquement un article, « les barbares climatiques à nos portes ».<sup>2</sup>

Ces prédictions ne sont que des spéculations : les nombres réels pourraient être bien plus faibles, voire plus élevés. Nous ne le savons tout simplement pas. Compte tenu de ces incertitudes, il est plus pertinent de se baser sur des observations empiriques méthodiques de personnes déplacées, et de se concentrer sur ce qu'il est possible de faire aujourd'hui pour accueillir les migrants forcés.



## Déplacement suite à une catastrophe

Alors que le nombre de catastrophes se produisant chaque année est en augmentation, le volume des migrations n'affiche aucune tendance claire. Source : Centre de surveillance des déplacements internes, 2019

Le Centre de surveillance des déplacements internes (IDMC) rapporte qu'en 2017, 18,8 millions de personnes ont été déplacées à cause de catastrophes,<sup>3</sup> mais si le nombre de catastrophes enregistrées augmente, le nombre de personnes déplacées n'obéit en revanche à aucune tendance claire (voir la figure « Déplacement suite à une catastrophe »). Le nombre total de migrants forcés, notamment de personnes déplacées à cause de conflits ou d'autres facteurs, est bien plus élevé : 70,8 millions en 2018.

S'il est vrai que le déplacement de dizaines de millions de personnes dans le monde est significatif – en particulier pour les migrants et les communautés hôtes qui ont besoin d'aide dans leur transition – le monde peut faire face à des mouvements de cette ampleur s'il en a la volonté. Même si le nombre de migrations forcées augmente fortement, les politiques peuvent suivre le rythme.

Le changement climatique se traduira probablement par une fréquence et une intensité accrues des catastrophes liées à la hausse des températures, aux sécheresses et à la montée du niveau de la mer. Des petits États insulaires en développement comme les Kiribati, les Tuvalu et les Maldives pourraient perdre l'intégralité de leur superficie terrestre au cours des XXI<sup>e</sup> et XXII<sup>e</sup> siècles, laissant leur population apatride. D'une manière ou d'une autre, le changement climatique va inévitablement contraindre de nombreuses personnes à se déplacer, et leurs difficultés ne doivent pas être minimisées ou banalisées. Pourtant, la question de savoir s'il y aura des « déferlements » problématiques de personnes traversant les frontières nationales dépend moins de ces facteurs physiques que de décisions et d'actions humaines.

## Partir ou rester

Les observateurs des pays riches et industrialisés ont tendance à voir la migration comme la conséquence d'un événement dramatique, tel que la perte du logement ou des moyens de subsistance en raison d'une catastrophe imprévue. Mais la migration correspond sans doute plus à une stratégie universelle d'adaptation des êtres humains pour rechercher le bien-être, la prospérité et le

développement, une stratégie utilisée partout dans le monde pour gérer les risques économiques et environnementaux.

Tout au long de l'histoire humaine, les populations n'ont eu de cesse de se déplacer. La progression rapide du développement humain et des conditions de vie au cours du XX<sup>e</sup> siècle est largement imputable aux mouvements de population des zones rurales et agricoles vers les villes, où les migrants ont bâti la plupart de nos sociétés industrialisées modernes (voir l'encadré « Des villes plus vivables »). Les recherches montrent que les migrants contribuent au développement économique de leur pays de destination (ainsi qu'à celui de leur région d'origine), apportent une diversité économique et culturelle à leurs sociétés d'accueil et sont généralement plus respectueux des lois que leurs hôtes.<sup>4</sup>

Les problèmes ne se produisent généralement pas à cause des migrations, mais lorsque les mouvements de population, pour une raison ou une autre, sont entravés. Quand les personnes ne peuvent pas se déplacer en raison de la pauvreté, d'une mauvaise santé ou de discriminations, ou parce qu'elles éprouvent un attachement culturel et personnel fort à un lieu, elles entrent dans ce que les chercheurs appellent « un piège antimobilité ». Dans ces circonstances, les individus ne peuvent plus accéder aux nombreux bénéfices de la migration.

Au cours des 60 à 70 dernières années, dans le système des États-nations né au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, les frontières sont devenues un obstacle aux mouvements démographiques. Les politiques frontalières restrictives peuvent avoir un ensemble de conséquences négatives pour les migrants, notamment un creusement des inégalités de richesses au sein des sociétés et entre elles.<sup>5</sup> Les personnes sont généralement mieux loties – que ce soient les migrants ou les communautés hôtes – lorsque nous réduisons ces barrières.<sup>6</sup>

## Le rôle des conflits violents

La réalité de la relation entre changement climatique et conflit est tout aussi embrouillée dans la tête du grand public.

Certaines études ont produit des conclusions alarmantes selon lesquelles les facteurs environnementaux – tels que les températures extrêmes ou les sécheresses – provoquent systématiquement des conséquences sociales complexes, notamment des violences politiques. Un article fréquemment repris de 2013 affirmait par exemple que chaque écart type des températures ou des précipitations engendre une hausse de 14 % des conflits.<sup>7</sup> Ces conclusions sont très attrayantes pour le « sens commun » avide d'explications simples à des phénomènes complexes.

Mais tous les spécialistes s'accordent à dire que la réalité est bien plus nuancée, et que les situations dépendent fortement du contexte politique et social. Une enquête récente menée auprès d'une douzaine d'experts a montré que si le rôle du changement climatique sur les conflits civils faisait l'objet d'un consensus, les experts ont estimé que les facteurs socio-économiques et les histoires politiques étaient des déterminants bien plus importants de la violence – en particulier entre différentes nations.<sup>8</sup> Chaque cas est différent ; il y a peu, voire aucune, règle universelle.<sup>9</sup>

La plupart des études tirant des conclusions simplistes sur les liens entre climat et conflit ont été soupçonnées de biais cognitifs assez répandus<sup>10</sup> tels que l'« effet réverbère » – ou la tendance à regarder à l'endroit où les observations sont faciles et non là où elles sont nécessaires (comme

l'ivrogne qui recherche ses clés sous les réverbères parce que c'est le seul endroit éclairé de la rue). Les études ont tendance à se concentrer sur les zones où subsistent des problèmes persistants de violence ; ignorant, par exemple, les zones touchées par le changement climatique, mais sans qu'il y ait eu de violence. Le changement climatique ayant déjà affecté toutes les régions du monde, les études peuvent apercevoir ses impacts dans presque toutes les occurrences de conflits civils. Les conclusions erronées peuvent être exacerbées par des biais idéologiques ou les perpétuer : les pays africains, par exemple, sont souvent ciblés par les études sur le stress climatique et la violence, ce qui peut alimenter les préjugés racistes selon lesquels ces pays sont intrinsèquement violents.

Les recherches orientées par des explications simples ont tendance à schématiser artificiellement des situations complexes, ou à obscurcir inutilement les rôles de l'histoire coloniale et des actions humaines. Cela peut donner lieu à des récits incorrects ou trompeurs, en particulier dans les médias généralistes.

Prenons par exemple le cas récent des réfugiés syriens. Certaines recherches ont mis en avant des scénarios où le changement climatique et la sécheresse auraient joué un rôle central dans le déclenchement de la guerre civile en Syrie et de la crise humanitaire qui a suivi. Un article aujourd'hui très réputé de 2015<sup>11</sup> affirmait que la sécheresse avait provoqué du chômage dans les zones rurales, encourageant la migration vers les villes où le mécontentement vis-à-vis du gouvernement était plus prononcé. En d'autres termes, le changement climatique avait créé des migrants en colère devenus des dissidents politiques.

Ces idées ont été réfutées par des chercheurs avec des données allant dans le sens d'une explication alternative. S'il est vrai que la sécheresse et les violences dans les villes syriennes ont coïncidé, rien ne prouve qu'elles soient liées ; la même période de sécheresse en Irak n'ayant pas causé de migration ou de violence.

Le conflit syrien était plus probablement en germe dans le mécontentement populaire pré-existant vis-à-vis du régime de Bachar el-Assad. Encouragés par le mouvement du Printemps arabe, les dissidents politiques ont organisé de grandes manifestations publiques auxquelles le gouvernement a répondu par la violence. Cette réaction brutale a galvanisé les opposants au régime d'Assad et les violences ont dégénéré en guerre civile. Si la sécheresse a joué un rôle, c'est d'avoir amplifié un mécontentement populaire existant vis-à-vis d'un régime qui a retiré les subventions agricoles et mal géré une catastrophe, ce qui a démesurément affecté les travailleurs pauvres et privé de leurs droits certains pans de la société.<sup>12</sup>

Les migrations de Syriens concernent presque exclusivement des personnes ayant fui les violences liées au conflit civil.

## Des réalités complexes

Le fait est que les chercheurs ont du mal à identifier des tendances uniformes de la migration comme sources de problèmes sociaux, tels que des violences ou des conflits pour les ressources. Des données de plus en plus nombreuses indiquent en revanche que la migration serait plutôt une stratégie clé pour s'adapter au changement climatique, et que si l'option est viable – sans trop de barrières sociales, économiques et politiques à la migration – les personnes vulnérables sont plus à même de se rétablir et de contribuer à la société.

Cela ne revient pas à dire que le stress environnemental ne joue aucun rôle. En Amérique centrale, par exemple, où la violence et l'instabilité ont souvent formé un cocktail explosif, les catastrophes ont sans doute été un facteur déterminant (moins souvent reconnu).

En automne 1998, l'ouragan Mitch a frappé de plein fouet le Honduras, le Nicaragua et certaines parties du Guatemala. Des pluies torrentielles ont inondé le Honduras, dévastant infrastructures, maisons et cultures et « annulant 50 années de progrès vers le développement », selon les mots du président de l'époque, Carlos Flores. Alors que les eaux reculaient et que le pays commençait à se rétablir, on a estimé qu'un quart de la population avait été temporairement déplacée et que près de 100 000 personnes avaient migré vers les États-Unis.

Ce que l'on ignore en revanche (car il est très difficile de le mesurer), c'est dans quelle mesure l'ouragan Mitch – sa pression sur les institutions, son impact sur le développement et son coût imposé aux sociétés – a livré ces pays aux mains des gangs, largement responsables des crimes violents de la région. Après l'ouragan Mitch, des gangs de rue tristement célèbres, comme le Barrio 18, ont proliféré dans plusieurs villes, dont Tegucigalpa au Honduras, où les institutions publiques étaient déstabilisées tandis que les déplacements avaient totalement réorganisé la société et que le rétablissement post-catastrophe était à l'arrêt.

Par ailleurs, à travers ses mesures de rétablissement, l'État hondurien a accordé la priorité à la reconstruction et à l'extension des infrastructures, des routes et des ponts dans des régions rurales et historiquement isolées. L'effondrement économique et l'extension des infrastructures rurales au lendemain de la catastrophe peut être une raison parmi d'autres expliquant pourquoi le Honduras est devenu une plaque tournante du trafic de drogues.

Depuis le milieu des années 2000, avec la prolifération des gangs de rue et l'explosion du trafic de drogues, l'Amérique centrale est devenue la région ayant le plus fort taux d'homicides au monde. Des villes comme San Pedro Sula, au Honduras, affichent des taux de mort violente plus élevés que des zones de guerre. Les jeunes garçons pauvres et privés de leurs droits qui grandissent dans ces rues ont des perspectives bien sombres : le dénuement et le recrutement par des gangs extrêmement violents. S'ils rejoignent un gang, ou s'affichent avec leurs membres, ils peuvent être poursuivis par les autorités. Pour bien des adolescents,

les villes d'Amérique centrale sont si dangereuses qu'elles sont invivables, et les migrations de jeunes personnes provenant de cette région ne sont qu'un reflet de cette réalité.

Il serait irresponsable de prétendre qu'un ouragan est à l'origine des gangs de rue et du trafic de drogues en Amérique centrale. D'autres phénomènes météorologiques catastrophiques ont affecté des pays tout aussi vulnérables sans produire les mêmes résultats. Mais ces facteurs peuvent avoir agi selon des modalités spécifiques ayant façonné l'exode migratoire dont nous avons été témoins au cours de la dernière décennie. La vulnérabilité structurelle de la région face à un ensemble de catastrophes sociales et environnementales reste le dénominateur commun.

#### Des hôtes accueillants

Malgré le volume croissant de données sur les interactions complexes entre changement climatique, violence et migration, les responsables s'appuient encore sur une logique de « sens commun » pour justifier les réponses des gouvernements et des agences de développement ou humanitaires – avec souvent des effets désastreux.

Par exemple, l'idée selon laquelle les migrations causées par le climat représentent un risque de sécurité nationale peut inciter les pays à se préparer au changement climatique en renforçant la sécurité aux frontières, la surveillance militaire et le contrôle des flux migratoires. Les implications pratiques d'une politique basée sur des affirmations infondées sont extrêmement problématiques pour les personnes vulnérables et peuvent favoriser l'émergence d'idéologies radicales dont le nationalisme, le militarisme, le protectionnisme, l'isolationnisme et la xénophobie.

De plus, la victimisation des personnes vulnérables réduit les possibilités d'élaborer des solutions gagnant-gagnant qui aident les migrants à devenir plus résilients

et permettent aux sociétés hôtes de tirer parti de l'énergie, de l'expérience et de la citoyenneté de ces derniers. Lorsque les systèmes sont hostiles aux migrants, à travers l'application de quotas stricts ou le renforcement de la sécurité aux frontières, ils perdent leur capacité à participer pleinement aux sociétés et aux économies<sup>9</sup>

Au lieu de se concentrer sur les déterminants climatiques des conflits et des migrations, les chercheurs devraient être plus attentifs aux cas où aucune violence ne se produit après une catastrophe, en dépit des attentes, et où les populations ne migrent pas face à un événement climatique accablant.

## LA VICTIMISATION DES PERSONNES VULNÉRABLES RÉDUIT LES POSSIBILITÉS D'ÉLABORER DES SOLUTIONS GAGNANT-GAGNANT

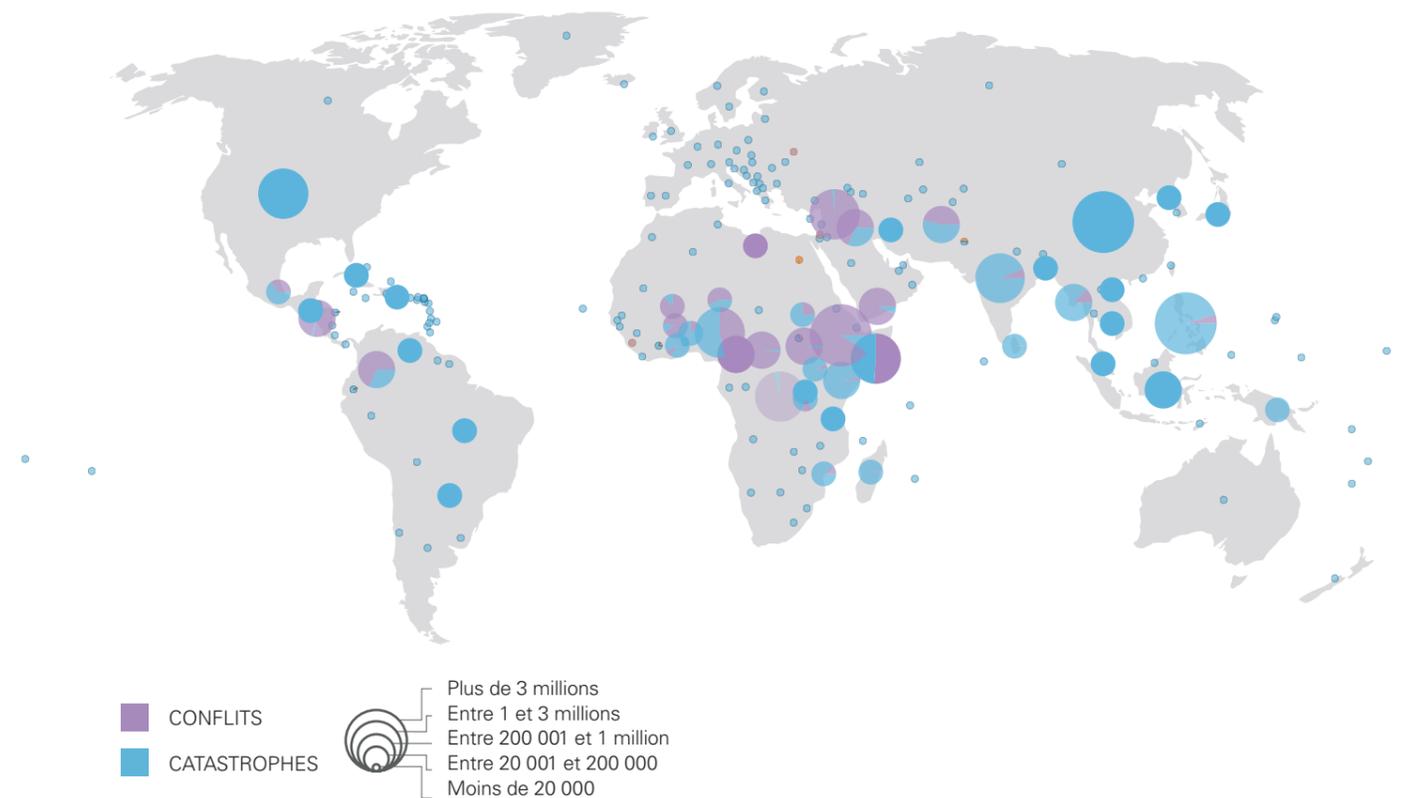
On peut tirer des enseignements précieux de pays comme le Bangladesh, où des politiques ont permis de réduire significativement l'impact négatif des cyclones. En 1970, le cyclone de Bhola a frappé le sud du Bangladesh, occasionnant des déplacements à grande échelle, des famines et le décès d'un demi-million de personnes, ce qui en fait la catastrophe naturelle la plus meurtrière de l'histoire. En partie pour répondre à cette tragédie, le gouvernement du Bangladesh a commencé à mettre en place à la fin des années 1990 un ensemble de mesures de réduction de la vulnérabilité aux catastrophes en investissant, entre autres, dans des systèmes d'alerte et des abris anticyclones. Grâce à ces investissements, lorsque des cyclones comparables ont touché le Bangladesh au milieu des années 2000 (Sidr et Aila), le bilan humain a été bien moins lourd et les mouvements migratoires relativement restreints.

De même, nous avons beaucoup à apprendre des cas où le changement climatique et les conflits ont suscité des migrations, mais où les protections sociales des communautés hôtes ont facilité les transitions. Par exemple, une étude sur l'intégration des réfugiés afghans en Australie montre que les personnes à qui l'on a accordé un statut de résident permanent ont bien mieux réussi par rapport à celles qui n'avaient qu'un visa temporaire dans plusieurs domaines dont la santé mentale, les compétences linguistiques en anglais et le niveau d'implication dans la vie sociale.<sup>6</sup> Lorsque les migrants sont traités comme des membres permanents de la société, ils contribuent comme des membres permanents de la société.

Les études comme celle-ci remettent en cause les logiques et les politiques visant à bloquer les migrations liées au changement climatique, et elles incitent les décideurs à se concentrer davantage sur la réduction des risques de catastrophe et l'accueil des migrants lorsque cela peut favoriser l'adaptation.

Face à l'arrivée de migrants d'Amérique centrale, les autorités des États-Unis – faute de vouloir résoudre le problème de la violence, de l'instabilité et des catastrophes à la racine, en Amérique centrale, ou d'élaborer des mesures de protection sociale et d'hébergement permettant aux migrants de mieux contribuer à la société américaine – ont déstabilisé leur propre système politique. Le sentiment latent d'hostilité à l'immigration présent depuis longtemps aux États-Unis a été le terreau d'une politique fédérale de séparation des enfants de migrants non autorisés et de leurs parents à la frontière – des actes largement condamnés pour leur caractère immoral, si ce n'est illégal. Ces exemples illustrent comment les prétendues « crises » migratoires exacerbent les fantasmes en s'appuyant sur des idéologies, des comportements et des sentiments à l'égard des migrants, et comment elles justifient la manière dont nous traitons ces derniers.

L'accueil qu'une société réserve aux migrants forcés est un bon moyen de tester ses valeurs. Le monde fait face à un stress environnemental plus intense que jamais. Mais si nous choisissons d'investir dans des solutions, nous pouvons fortement réduire les tensions et conflits potentiels. Les coûts d'une action politique préemptive et d'une aide humanitaire opportune sont bien moindres que les conséquences de l'inaction.



#### En mouvement

Nombre de migrants déplacés à la suite d'une catastrophe ou d'un conflit en 2018. Source: *Internal Displacement Monitoring Center, 2019*

# DES VILLES PLUS VIVABLES

**Timon McPhearson**  
Urban Systems Lab, The New School,  
New York, États-Unis

**Nicola Jones**  
Journaliste scientifique,  
Pemberton, Canada

En 2019, Los Angeles – ville renommée pour son smog – s’est engagée à planter 90 000 arbres au cours des deux prochaines années dans le cadre de son Green New Deal. New York a adopté une loi ambitieuse, le Climate Mobilization Act, qui impose l’installation de toitures végétales ou de panneaux solaires sur les nouveaux bâtiments, imitant ainsi des législations similaires en Allemagne et ailleurs. Lors du Sommet des maires du C40 à Copenhague, en octobre 2019, 30 villes (un tiers des membres), d’Athènes à Washington, ont annoncé avoir atteint leur pic d’émission et réduit leurs émissions de 22 %, en moyenne, depuis 2009. Simultanément, 35 maires – d’Amman à Quito – se sont engagés à assainir l’air respiré par les habitants de leur ville, alors que New Delhi atteignait 50 fois le seuil de pollution maximal recommandé par l’Organisation mondiale de la santé.

Alors que la population mondiale augmente, de nombreuses personnes continuent d’affluer dans les villes pour les opportunités qu’elles offrent. Plus de 4 milliards sur les 7,7 milliards d’individus de notre planète habitent des zones urbaines, et ce nombre progresse d’un million tous les dix jours.<sup>13</sup> D’ici 2050, deux personnes sur trois vivront dans une ville. Face à ce bouleversement démographique, de nombreux acteurs redoublent d’efforts pour rendre les villes du futur plus durables, résilientes et équitables : en bref, plus vivables.

Si les infrastructures massives des villes sont très voraces en énergie et dépendent généralement des combustibles fossiles (ce qui explique qu’elles produisent plus de 60 % des gaz à effet de serre mondiaux, selon Unique Nature Habitats), elles offrent aussi de formidables opportunités de durabilité. Les émissions de carbone par habitant sont plus faibles, en moyenne, dans les villes<sup>14</sup> : les émissions de gaz à effet de serre des New-yorkais représentent par exemple moins du tiers de la moyenne nationale américaine. Les villes sont des moteurs pour l’innovation, l’éducation et la créativité, et des lieux privilégiés pour expérimenter

des technologies ou des systèmes sociaux nouveaux. Comme le montre le C40, les maires se sont révélés plus volontaires et plus en mesure que les dirigeants nationaux lorsqu’il s’agit de s’engager sur des initiatives ambitieuses de lutte contre le changement climatique. Les images satellites associées aux posts de réseaux sociaux et aux informations produites par les bâtiments et les voitures ont enclenché une révolution des données ces cinq dernières années. Il est aujourd’hui beaucoup plus facile de mesurer comment les personnes vivent dans les villes et de déterminer où il est possible de gagner en efficacité.

Pourtant, les villes comptent aussi parmi les lieux les plus vulnérables de la planète. Les divisions socio-économiques urbaines peuvent être immenses : deux tiers des personnes pauvres en Amérique latine vivent dans des zones urbaines. De nombreuses villes se réchauffent plus vite que les zones environnantes, car la chaussée absorbe plus de rayons solaires et les bâtiments génèrent plus de chaleur, ce qui aggrave les canicules et leur impact sanitaire.<sup>15</sup> Près de 90 % des zones urbaines se trouvent sur des côtes et sont potentiellement vulnérables à la montée du niveau de la mer ; toutes les villes sont vulnérables aux inondations et aux sécheresses. La pollution atmosphérique, en particulier celle liée au trafic, peut être mortelle : le grand smog de Londres, en 1952, aurait provoqué plus de 4 000 décès ; Delhi et Pékin souffrent régulièrement de niveaux de pollution plusieurs fois supérieurs aux seuils recommandés.<sup>16</sup>

La recherche d’efficacité, objectif affiché des villes intelligentes et des programmes de durabilité urbaine, peut priver les villes de redondances nécessaires : systèmes de secours et multiples solutions aux problèmes sociaux et technologiques qui rendent les villes flexibles et résilientes aux canicules, à la pollution atmosphérique et aux inondations côtières.<sup>17</sup>

Heureusement, recentrer les villes sur l’individu, ou faire en sorte qu’elles soient plus vivables, les rend à la fois plus durables et plus résilientes. La plupart de ces solutions sont basées sur la

nature et composent un mélange de vert et de gris.<sup>18</sup> En Chine par exemple, les « villes-éponges » utilisent des revêtements perméables et intègrent des zones humides dans le paysage urbain pour renforcer la résilience aux inondations. De nombreuses villes créent plus d’espaces verts pour atténuer l’effet d’îlot de chaleur. Certaines villes situées dans le désert construisent des arrêts de bus avec des panneaux solaires géants qui fournissent simultanément de l’ombre et une source d’énergie renouvelable.

La transition vers des villes « meilleures » ne sera pas facile, ni uniforme. Le GIEC estime que l’énergie consommée par les bâtiments devra diminuer de 80 à 90 % d’ici 2050, et celle des transports de 30 %, pour atteindre l’objectif de limitation de la hausse de température à 1,5 °C.<sup>19</sup> Certaines villes asiatiques ont de plus en plus recours à la voiture (en Chine, le nombre de voitures est passé de 65 millions en 2008 à 240 millions en 2018, tandis qu’il reste constant aux États-Unis), mais d’autres villes, comme Copenhague, se battent pour faire revenir les vélos (en visant la moitié de l’ensemble des trajets à vélo d’ici 2025). Ailleurs, c’est la définition même de la ville qui évolue : dans certaines régions d’Afrique et d’Asie, les nouveaux modes d’urbanisation consistent parfois en un ensemble de petits villages et de villes moyennes unissant leurs économies pour fonctionner comme une grande ville, alors que leurs populations restent dispersées.

Dans un avenir lointain, les technologies numériques pourraient court-circuiter le modèle traditionnel de concentration des emplois dans les villes, modifiant ainsi les choix du lieu d’habitation et les raisons qui les motivent. La clé consiste à fournir aux urbains des options efficaces, équitables et résilientes.

*La ville de Los Angeles s’est engagée à planter 90 000 arbres au cours des deux prochaines années.*

# INDUSTRIALISER LA DÉSINFORMATION



**Owen Gaffney**  
Potsdam Institute for Climate  
Impact Research, Allemagne ;  
Stockholm Resilience Centre, Suède

**Bruce Mutsvairo**  
School of Communication and Journalism,  
Université d'Auburn, États-Unis



**La rougeole, l'une des maladies les plus contagieuses au monde, tue encore 100 000 enfants chaque année. Alors qu'elle était sur le point d'être éradiquée, plusieurs épidémies ont éclaté ces dernières années en République démocratique du Congo, au Soudan et aux Philippines – mais aussi dans les banlieues riches de New York et d'Auckland. En 2018, la multiplication de cas partout dans le monde a fait plus de 140 000 morts.**

La désinformation en ligne a été l'une des causes du retour inattendu de cette maladie. Un récent article d'opinion paru dans la revue *Nature* mettait en garde contre le principal risque de pandémie aujourd'hui, à savoir la « désinformation virale » qui érode la confiance du grand public vis-à-vis des vaccins.<sup>1</sup> Une étude estime qu'environ la moitié des parents de jeunes enfants sont exposés à des messages antivaccins sur les réseaux sociaux.<sup>2</sup>

Les flux d'informations mondiaux sont en pleine mutation. Aujourd'hui, environ la moitié des 7,6 milliards d'habitants de notre planète est connectée à internet, où elle est profondément influencée par les médias sociaux, les moteurs de recherche et les algorithmes du e-commerce.

Les usages d'internet ont donné naissance à une nouvelle industrie extractive, utilisant des algorithmes en guise de pelles, pour extraire non plus des minéraux, mais des données. Les géants du numérique qui exploitent ces données, notamment Facebook, Google, et Amazon, jouissent d'un immense pouvoir. Grâce à leur accès aux informations privées, habitudes de consommation, désirs et humeurs des citoyens du monde, ils peuvent influencer les comportements individuels, changer les règles du commerce et de la communication, agir dans le secret et détruire des industries. Les entreprises capitalisent sur leurs algorithmes et leurs montagnes de données pour cibler des publics avec une précision chirurgicale via la propagande informatique.

Les plateformes numériques, en particulier les médias sociaux, encouragent la diffusion d'une information qui privilégie l'émotion à la raison. Une étude a montré que les « fake news » – qui suscitent souvent des réactions fortes de surprise, de dégoût ou de peur – se propagent six fois plus vite et peuvent atteindre 100 fois plus de personnes que les informations correctes.<sup>3</sup> Les plateformes de médias sociaux ont industrialisé la diffusion de la désinformation – et rendu le discours politique plus agressif.

Le problème atteint des proportions manifestement inquiétantes. Au Royaume-Uni, la campagne réussie

de Brexit s'est concentrée sur des messages à forte charge émotionnelle exploitant la peur de l'immigration et la volonté de « reprendre le contrôle », tandis que la campagne pour rester dans l'Union européenne, axée sur une logique de coopération économique, n'a suscité que peu d'engouement. Lors des dernières élections présidentielles aux États-Unis, près d'un Américain sur quatre aurait consulté un site diffusant des « fake news », et un sur deux parmi eux aurait cru à ces informations, en particulier si elles étaient favorables à son candidat.<sup>4</sup>

Un autre exemple nous est donné par un récent rapport sur la santé planétaire recommandant de diminuer la consommation de viande et de produits laitiers pour réduire les maladies et les émissions polluantes. Une contre-campagne a rapidement été lancée sur les réseaux sociaux, sous le nom de *yes2meat*, avec certains posts contenant des fausses informations, voire des théories complotistes ou des attaques personnelles. Le nombre de tweets et de liens reprenant le hashtag *yes2meat* a rivalisé avec celui du rapport original.<sup>5</sup>

Bien entendu, les médias sociaux peuvent également servir à diffuser des informations basées sur les faits et soutenir des objectifs sociétaux. Des enfants ont par exemple eu l'idée de parcourir internet à la recherche d'informations fiables sur la vaccination pour les partager sur les réseaux sociaux. La grève scolaire de la lycéenne suédoise Greta Thunberg pour le climat a pris une ampleur mondiale grâce à internet à travers le hashtag *FridaysForFuture* et en faisant appel à la rationalité avec des messages comme « unis derrière la science ». Les médias sociaux ont joué un rôle certain dans la prise de conscience du problème de la pollution des océans par le plastique. Enfin, après l'incendie qui a ravagé

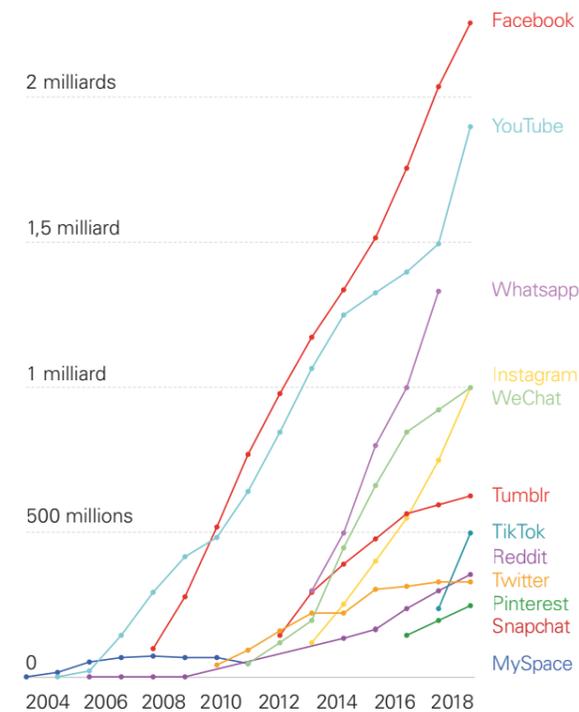
Notre Dame et la mobilisation rapide des philanthropes, le hashtag *SaveThisCathedral* a fait son apparition pour appeler à sauver les « cathédrales » de notre patrimoine environnemental, telles que la forêt amazonienne ou la calotte glaciaire du Groenland.

Ces évolutions du paysage médiatique arrivent à un moment critique – il nous faut parvenir à une baisse drastique des émissions de gaz à effet de serre au cours de la prochaine décennie (voir le chapitre « Climat ») à travers des transformations économiques radicales (voir le chapitre « Transformation »). Les technologies de l'information et les médias numériques, malgré leurs inconvénients, peuvent soutenir un mouvement mondial en diffusant, par exemple, une vision du monde commune basée sur des éléments scientifiques. Mais il est difficile de dire aujourd'hui si les technologies de l'information nous emmèneront vers une pandémie ou nous permettront au contraire de l'éviter ; si elles nous précipiteront vers une crise climatique ou contribueront à limiter le réchauffement à 1,5 °C.



Le PDG de Facebook Mark Zuckerberg témoigne devant la commission des services financiers de la Chambre des représentants à Washington, en octobre 2019.

**LES « FAKE NEWS » SE PROPAGENT SIX FOIS PLUS VITE ET PEUVENT ATTEINDRE 100 FOIS PLUS DE PERSONNES**



#### Importance des réseaux sociaux

Le nombre d'utilisateurs actifs au moins une fois par mois sur diverses plateformes de médias sociaux augmente fortement. Source : Statista & The Next Web, 2019

#### Une confiance ébranlée

Depuis le mouvement des Lumières au XVIII<sup>e</sup> Siècle, les nations démocratiques ont établi des systèmes interconnectés et complexes associant l'État de droit, l'équité des procédures et des mécanismes correcteurs pour soutenir des sociétés stables, justes et démocratiques. On sait moins en revanche à quel point ces systèmes reposent sur le principe selon lequel une information fiable, non biaisée et permettant une description défendable et largement partagée de la réalité est essentielle à une gouvernance efficace et juste. Parallèlement à la science, les médias d'information jouent un rôle central à cet égard.

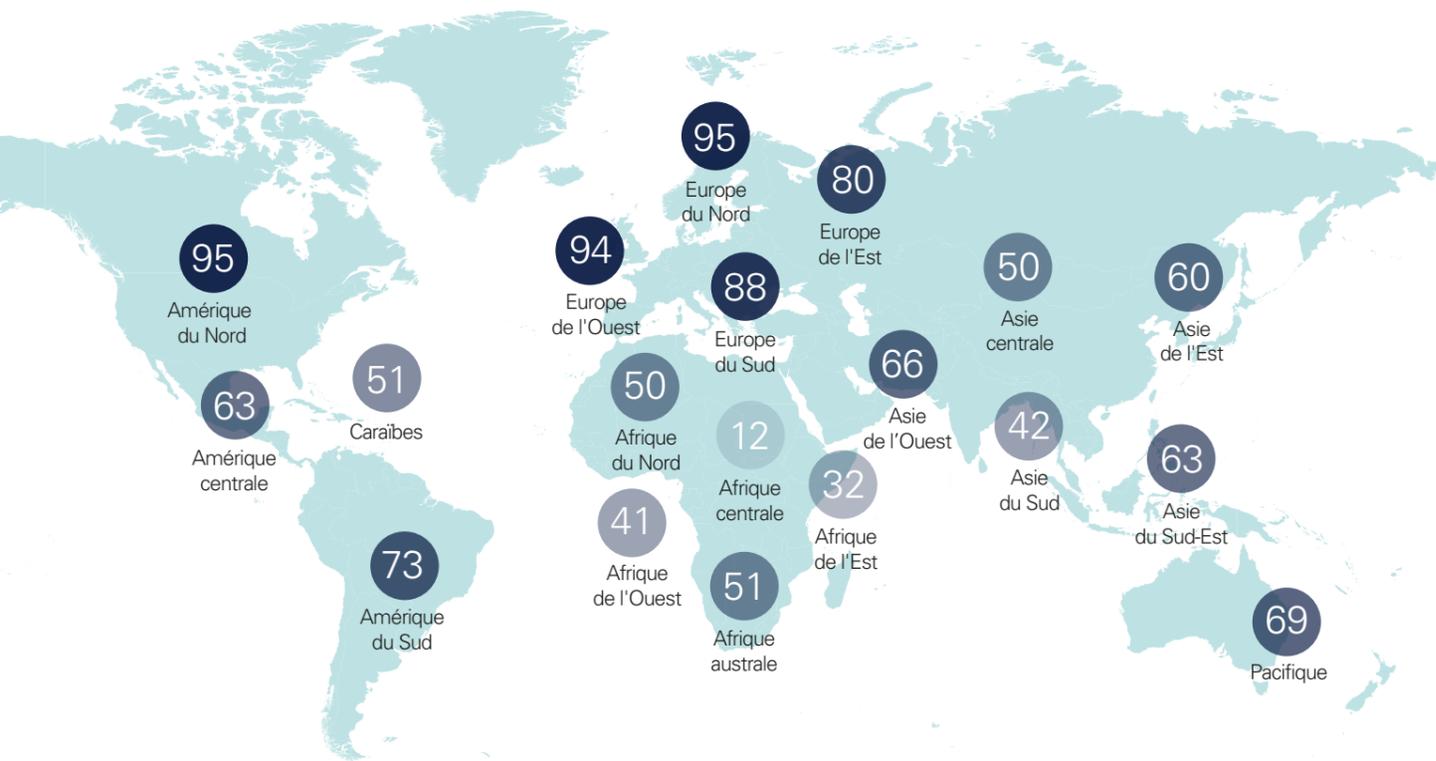
Un grand nombre de publications de la presse écrite ont consacré du temps et de l'argent pour se forger une réputation de fiabilité et de déontologie qui a consolidé leur rôle de gardien au sein de la société et fidélisé un lectorat aspirant à une information objective.

Aujourd'hui, de toutes jeunes entreprises du numérique à peine arrivées sur le marché contournent ou détruisent la plupart des procédures de contrôles et de contrepois établies pour la presse écrite. Tout le monde peut diffuser des contenus avec peu ou pas de contraintes financières ou éditoriales. Dans notre monde numérique contemporain, 65 % des informations sont trouvées via un moteur de recherche, sur les réseaux sociaux ou au hasard de la navigation, plutôt qu'en consultant directement un média de confiance.<sup>6</sup> À certains égards, il n'est plus nécessaire de véhiculer une image de confiance. À l'avenir, les voix de Siri, Alexa, et Google éloigneront encore un peu plus le public des sources directes d'information, limitant leur exposition à des sources uniques et potentiellement non fiables.

Il serait trop simple, cependant, de mettre sur le dos des médias sociaux la confusion toxique qui persiste aujourd'hui autour de l'information. Dans les années 1980, le président américain Ronald Reagan a déréglé le secteur des médias en autorisant une seule entreprise à posséder plusieurs journaux et chaînes de télévision. Cela a permis au magnat de la presse Rupert Murdoch de bâtir rapidement un empire médiatique et d'acquiescer une influence inédite sur les événements politiques aux États-Unis. Reagan s'est ensuite débarrassé du principe d'impartialité qui imposait aux entreprises de radio et de télévision de présenter de façon équitable les questions controversées d'intérêt général. Peu après, la chaîne Fox News, ciblant directement les conservateurs américains, arrivait sur les ondes.

Ces événements ont dessiné un paysage médiatique fortement divisé – en particulier aux États-Unis. Progressistes et conservateurs vivent dans des mondes médiatiques totalement séparés, utilisant rarement les mêmes sources : les médias d'extrême droite Breitbart et Fox News ont peu de points communs avec le reste de la presse et font souvent appel à la colère ou à la peur pour attirer les lecteurs et les spectateurs. Dans cet écosystème des réalités alternatives, une déclaration n'a pas besoin d'être vraie, elle doit juste s'imposer.

Les médias sociaux ont amplifié ces divisions. On pourrait penser que les chemins fortuits empruntés pour trouver l'information élargissent l'exposition à des idées différentes, mais le plus souvent, les personnes rebondissent de part et d'autre d'un paysage médiatique qui correspond déjà à leurs opinions : comme une chambre d'écho qui renforce leurs convictions. Les plateformes de médias sociaux ont tendance à uniformiser le regard sur l'information et à négliger l'origine et la fiabilité des sources.



#### Taux de connexion

La pénétration d'internet varie de 95 % dans certaines régions d'Europe et d'Amérique à 12 % au centre de l'Afrique.  
 Source : Internetworldstats ; UIT ; Banque mondiale ; CIA World Factbook ; Eurostat ; organismes gouvernementaux et autorités réglementaires locales ; Mideastmedia.org ; rapports parus dans des médias réputés ; nombres d'utilisateurs de réseaux sociaux

Selon l'édition 2018 du Classement mondial de la liberté de la presse, de plus en plus de chefs d'État démocratiquement élus « voient la presse non plus comme un fondement essentiel de la démocratie, mais comme un adversaire pour lequel ils affichent ouvertement leur aversion ». Un ouvrage de 2018 intitulé *How Democracies Die*<sup>6</sup> montre que la manière dont un leader politique estime la critique médiatique et la liberté de la presse est un bon indicateur de ses tendances autoritaires.

L'association de ces changements politiques et technologiques érode la confiance du public envers les médias partout dans le monde. Selon une enquête de l'agence Reuters,<sup>7</sup> le public reste très méfiant en matière d'information : dans tous les pays étudiés, la moitié seulement des répondants ont déclaré avoir confiance dans les médias *qu'ils consultent personnellement*, tandis que le niveau moyen de confiance vis-à-vis des médias en général descend à 42 % ; en France, probablement en partie suite à la couverture du mouvement populiste des Gilets jaunes contre la hausse du prix du carburant, la confiance envers les médias est tombée à 24 %. Dans certains pays, dont le Brésil, les États-Unis et le Royaume-Uni, plus des deux tiers des personnes se sont déclarées concernées par le mélange du vrai et du faux sur internet.

Il est rassurant de constater que la confiance du public vis-à-vis des informations trouvées par une recherche ou sur les médias sociaux est significativement (et à juste titre) plus faible que la confiance dans les médias traditionnels. Dans plusieurs pays, près d'un quart des personnes ont déclaré commencer à se tourner vers des sources d'information plus « réputées ».

#### Des démocraties abîmées

L'évolution du paysage médiatique n'explique pas la montée du populisme : les politiques d'austérité, le creusement des inégalités et le sentiment que les « élites » ont abandonné de larges pans de la société sont plus probablement à l'origine du ressentiment des peuples partout dans le monde (voir le chapitre « Politique »).

Mais le bouleversement des flux d'information a permis l'émergence de nouvelles réponses politiques. Des initiatives plus radicales de gauche comme de droite – d'Extinction Rebellion aux politiques migratoires draconiennes – ont trouvé un public. Et ce bouleversement permet à des mouvements comme le Printemps arabe de se propager rapidement au-delà des frontières. Les médias sociaux laissent même entrevoir la possibilité de nouveaux systèmes de gouvernance comme la représentation directe ou la démocratie mondiale.

Ce nouveau paysage médiatique est désormais assez mûr pour se prêter à la manipulation politique. Le gouvernement russe investit dans des campagnes de désinformation pour miner la confiance dans les institutions démocratiques en Europe et aux États-Unis afin de renforcer sa position sur la scène internationale.<sup>8</sup> L'influence de ces campagnes sur les élections semble limitée jusqu'à présent : l'étude de plusieurs millions de tweets provenant d'une usine à trolls russe, par exemple, n'a identifié aucune preuve d'impact à grande échelle sur le comportement politique des électeurs, mais ils n'en sèment pas moins le doute et la confusion, objectif annexe du gouvernement russe. À n'en pas douter, les médias et les chercheurs seront attentifs à l'influence des nouveaux médias sur les élections présidentielles américaines de 2020.

Mais le monde entier n'est pas encore en ligne pour suivre ces campagnes. Le taux de pénétration d'internet aux États-Unis et en Europe est extrêmement élevé (généralement supérieur à 90 %), mais il est bien plus bas dans le reste du monde (voir la carte « Taux de connexion»). En Afrique centrale, seule 12 % de la population a accès à internet. Dans de nombreuses régions de l'hémisphère Sud, l'ère de l'informatique a dessiné une nouvelle ligne de fracture. Au Malawi, par exemple, un forfait avec 10 GB de données coûte environ 20 dollars américains, tandis que trois personnes sur quatre vivent avec moins de 2 dollars américains par jour. L'absence d'accès à internet n'empêche pas uniquement l'accès à l'information ; il entrave le développement de l'alphabétisation numérique et d'un sentiment d'appartenance numérique.

Mais la situation évolue rapidement. En 2019, l'Inde comptait à elle seule 98 millions de nouveaux utilisateurs d'internet (plus d'un quart de la croissance mondiale). Facebook, Google, Amazon, et Elon Musk sont en compétition pour fournir un meilleur accès à internet partout en Afrique à travers divers programmes. Si ces efforts peuvent stimuler rapidement l'accès à internet, ils pourraient aussi limiter les sites accessibles aux nouveaux utilisateurs ou monopoliser les données des consommateurs et des citoyens.

La progression du niveau de connexion s'accompagne également de signes préoccupants. En 2019, au moins dix pays africains ont connu des coupures d'internet avant ou pendant des élections ou des manifestations. Les gouvernements prétendent habituellement avoir agi pour maintenir la sûreté et la sécurité ; certains admettent avoir voulu restreindre l'accès à l'information et prévenir toute remise en cause de leur autorité.

Les régimes autoritaires prennent le contrôle des médias sociaux. Selon un rapport du projet de recherche sur la propagande informatique,<sup>9</sup> réalisé par l'Université d'Oxford, internet est utilisé comme outil de contrôle de l'information dans 26 pays pour supprimer les droits humains fondamentaux, discréditer des opposants politiques et étouffer des opinions dissidentes.\*

\*Des modifications ont été faites dans cette partie afin de l'adapter au besoin d'équilibre dans la représentation des membres du réseau de Future Earth

Les technologies de surveillance utilisant l'intelligence artificielle (IA) d'une façon ou d'une autre se répandent dans le monde entier. Au moins 75 pays utilisent

activement l'IA à des fins de surveillance, notamment pour les « villes intelligentes », la reconnaissance faciale et les activités de « police intelligente », selon un rapport de la Fondation Carnegie pour la paix internationale.<sup>10</sup>

## LA PROGRESSION DU NIVEAU DE CONNEXION S'ACCOMPAGNE ÉGALEMENT DE SIGNES PRÉOCCUPANTS

#### Rétablir la confiance

Jusqu'à une période récente, les mythes sociétaux dominants sur la technologie étaient écrits par les fondateurs d'entreprises technologiques eux-mêmes, sans jamais ou presque être remis en question par les responsables politiques ou les médias. Les entreprises comme Facebook ou Google entretiennent le récit d'un monde où le progrès technologique est inévitable et leurs

services indispensables

pour unir l'humanité et rendre l'information plus utile. Pourtant, les technologies de l'information sapent les démocraties, sèment la méfiance envers les médias et menacent la cohésion sociale à un moment critique pour la coopération mondiale vers plus de durabilité.

Le débat sur le rôle des plateformes technologiques pour la réalisation d'objectifs sociétaux est très récent. Les responsables politiques essaient de comprendre comment naviguer dans ce nouveau paysage et le milieu de la recherche commence à peine à se pencher sur ces questions. Future Earth a créé une initiative intitulée « Sustainability in the Digital Age » (Durabilité à l'ère numérique), pour encourager les chercheurs et les grandes entreprises technologiques à approfondir ce programme de recherche et élargir le débat. Ailleurs, le Conseil consultatif allemand

sur le changement global (WBGU) et l'initiative de recherche The World in 2050 explorent le rôle de la numérisation dans les trajectoires vers un monde sobre en carbone.

Les solutions émergentes ont tendance à se diviser en trois secteurs : apprendre à vivre dans le nouvel écosystème informationnel ; l'auto-régulation des plateformes d'information ; et l'efficacité de la supervision gouvernementale.

Les recherches s'accumulent sur les moyens de « vacciner » les individus contre les fake news, la propagande en ligne et la désinformation. Le Cambridge Social Decision-Making Lab a créé un jeu en ligne intitulé « Bad News » où les joueurs propagent des théories complotistes dans un environnement sécurisé. Les résultats de leur étude regroupant 15 000 utilisateurs montrent que le fait de jouer à ce jeu aide à produire des « anticorps mentaux » contre les fausses informations.<sup>11</sup>

Une autre recherche a montré qu'il est plus facile de remplacer une idée fautive si une alternative est proposée.<sup>12</sup> Dire que le vaccin contre la rougeole, la rubéole et les oreillons ne cause pas l'autisme, par exemple, est moins convaincant qu'une explication alternative de l'augmentation apparente des cas d'autisme. Ceux qui luttent contre le raz de marée des « fake news » peuvent compter sur ces nouveaux outils pour mieux faire passer leur message.

Plusieurs entreprises spécialisées dans la vérification de l'information patrouillent sur WhatsApp, parfois avec des financements de l'International Fact-Checking Network, pour repérer les informations incorrectes. L'idéal reste tout de même d'empêcher ces informations de circuler en premier lieu. Les géants de la tech commencent à reconnaître le problème et proposent des solutions allant de la fermeture des faux comptes à la révision du classement des pages par les moteurs de recherche.

En 2019, WhatsApp a annoncé la limitation du nombre de transfert de messages à cinq destinataires afin d'empêcher la diffusion à grande échelle de contenus provocateurs (bien que les premières recherches indiquent que cela ne suffit pas à bloquer les campagnes de désinformation<sup>13</sup>). Google a réécrit ses algorithmes de manière à favoriser les résultats jugés (par Google) comme originaux, de fond et nécessitant « un haut degré de compétence, de temps et d'effort ». Facebook a créé un organisme de surveillance indépendant pour statuer sur la modération de contenus et annoncé une série de mesures pour prévenir les ingérences dans les élections, notamment des protections contre les hackers, l'étiquetage de contenus provenant de médias d'État et la suppression de campagnes de désinformation provenant, par exemple, de Russie ou d'Iran. Simultanément, cependant, l'entreprise exempte les publicités politiques de vérification des faits, tandis que Twitter a récemment interdit ces publicités sur sa plateforme.

Les gouvernements ont mis du temps à réagir à ces problèmes ; dans les faits, certains n'hésitent pas à utiliser les données collectées sur leurs citoyens quand ils ne sont pas directement complices de l'espionnage de ces données. Aujourd'hui, les géants du numérique doivent composer avec un nombre croissant de lois contre les monopoles, sur la concurrence et sur la protection de la vie privée. Alors que les législateurs délibèrent, ils dépensent de fortes sommes en lobbying pour peser sur la réglementation.

Si les efforts de régulation des États-Unis restent encore timides, en 2018, l'Europe s'est attaquée avec une résolution inédite à la protection des données personnelles à travers des lois permettant aux citoyens un contrôle accru de leurs données. Les Européens ont aujourd'hui le droit à l'oubli. Dans le cadre du règlement général sur la protection des données (RGPD), la collecte de données personnelles doit être déclarée et les collecteurs doivent préciser pendant combien de temps les données sont conservées et avec qui elles sont partagées. En juillet 2019, l'État de Hesse,

en Allemagne, a interdit l'utilisation dans les écoles de la fameuse suite bureautique Microsoft Office 365, et plus particulièrement de ses services sur le cloud, en raison de problèmes de confidentialité et d'exposition potentielle des données des élèves aux autorités américaines. Le même mois aux États-Unis, Facebook se voyait infliger une amende de 5 milliards de dollars américains par l'autorité américaine de régulation des communications pour violation de la vie privée.

#### Jeu de pouvoir

Il y a un siècle, les premières lois antitrust et antimonopole démantelaient des compagnies ferroviaires et téléphoniques pour réduire la concentration des pouvoirs. Ces dernières décennies, la définition du monopole s'est concentrée sur la protection des consommateurs contre des prix trop élevés. Les plateformes numériques offrant souvent leurs services gratuitement, elles sont passées sous le radar de la législation. En 2017, la Commission européenne a infligé une amende de 2,42 milliards d'euros à Google après avoir découvert que la firme donnait un avantage illégal à son propre comparateur de prix sur son moteur de recherche. L'enquête avait été ouverte en 2010, ce qui illustre à quel point il est difficile de porter ces cas devant les tribunaux. Depuis avril 2019, de nouveaux règlements européens obligent Google et Amazon à dire aux entreprises comment ils classent leurs produits sur leur plateforme.

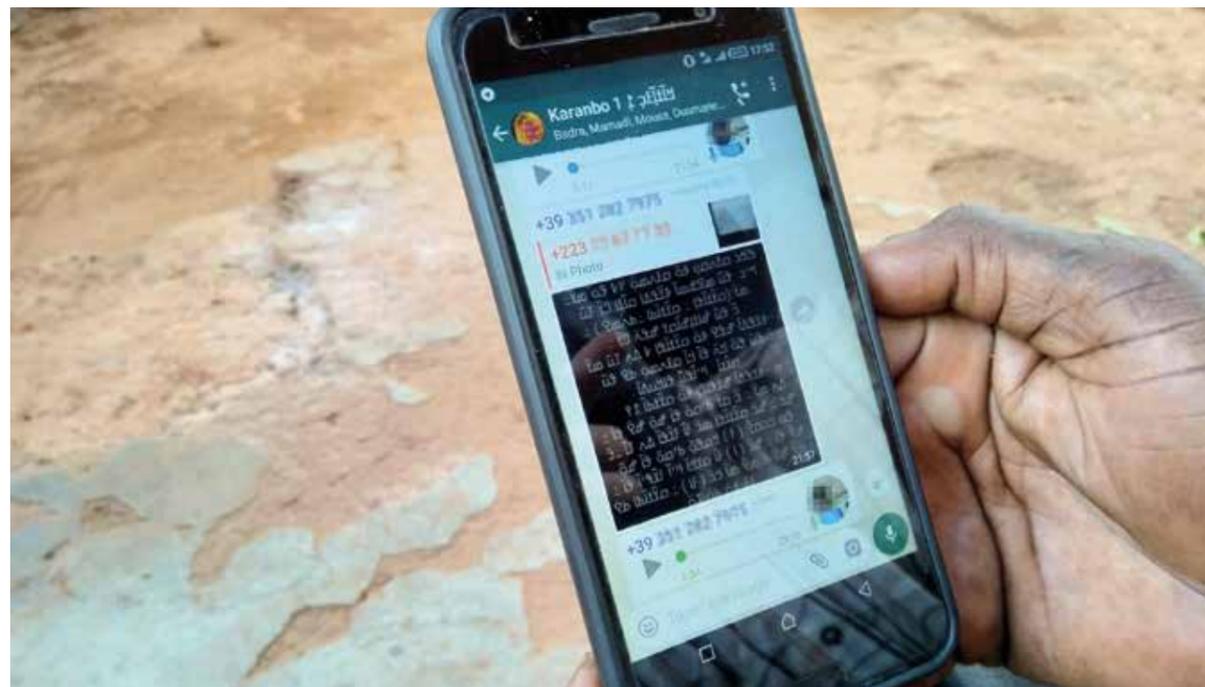
Certains responsables politiques, dont la candidate démocrate à l'élection présidentielle américaine Elizabeth Warren, appellent à un démantèlement des géants de la tech au motif que leur domination est mauvaise pour la démocratie. La décentralisation et l'arrivée de la concurrence devraient restreindre le pouvoir des acteurs dominants, mais des impacts négatifs sont à craindre. Alors qu'un nombre croissant d'entreprises entrent sur le marché, elles pourraient être tentées de prendre l'avantage sur leurs concurrents en utilisant des algorithmes encore plus biaisés pour promouvoir des contenus avec une charge émotionnelle encore plus forte, exacerbant encore la polarisation de l'opinion publique.

Nick Srnicek, professeur d'économie numérique au King's College de Londres, avance que ces plateformes doivent être considérées comme des services publics, car elles fournissent des prestations essentielles aux sociétés – du commerce en ligne aux communications en passant par la banque. C'est pourquoi, affirme-t-il, la réglementation de ces entreprises doit encourager le bien commun plutôt que les profits. Cela pourrait signifier un transfert de propriété des plateformes des entreprises privées vers des entités publiques.

Il n'y a pas de consensus sur la manière d'exploiter le pouvoir de ces plateformes à des fins sociétales. Mais il ne fait pas de doute que le passage vers une planète plus durable nécessitera trois éléments : la reconnaissance partagée de la nécessité d'agir ; la confiance envers la prise de décisions collectives ; et un système qui accompagne les changements de comportement. Nos écosystèmes numériques connectés au niveau mondial peuvent soutenir ces objectifs, mais cela passera par un nouveau contrat social entre la technologie et la société – Tim Berners Lee, fondateur du Web, a récemment fait une proposition dans ce sens.

La plus belle opportunité qui nous est offerte par la révolution numérique n'est peut-être pas l'internet des objets, les biotechnologies ou l'intelligence artificielle, mais les outils pour distinguer la réalité de la fiction – et l'utilisation des nouveaux médias numériques pour le bien commun.

CERTAINS  
RESPONSABLES  
POLITIQUES  
APPELLENT À UN  
DÉMANTÈLEMENT  
DES GÉANTS  
DE LA TECH AU  
MOTIF QUE LEUR  
DOMINATION EST  
MAUVAISE POUR  
LA DÉMOCRATIE



Un cours basé sur WhatsApp retranscrit en N'ko vu à travers le téléphone portable d'un homme à Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.



BIODIVERSITÉ

# L'EFFILOCHAGE DU TISSU DU VIVANT

**Cornelia B. Krug**

Département de géographie,  
Université de Zurich, Suisse

**Daniele Colombaroli**

Département de géographie, Royal Holloway,  
Université de Londres, Royaume-Uni

**Thomas Giesecke**

Département de géographie physique,  
Université d'Utrecht, Pays-Bas

**Maria José Martinez-Harms**

Département d'écologie, Université pontificale  
catholique du Chili

**Odirilwe Selomane**

Centre for Complex Systems in Transition,  
Université de Stellenbosch, Afrique du Sud

**Alistair W. R. Seddon**

Département de sciences biologiques  
et Bjerknes Centre for Climate Research,  
Université de Bergen, Norvège



**En 2018, le dernier rhinocéros blanc est mort dans son enclos au Kenya. Le perroquet bleu du Brésil, l'Ara de Spix, est considéré, avec quelques autres espèces d'oiseaux, comme éteint à l'état sauvage. Une étude de 2019 montre un déclin inquiétant de 29 % des populations d'oiseaux en Amérique du Nord depuis les années 1970.<sup>1</sup> Et il ne s'agit là que des sujets qui ont attiré l'attention des médias ou l'intérêt des scientifiques.**

En mai 2019, des scientifiques ont publié le rapport le plus complet à ce jour sur le statut et les tendances de la biodiversité et des services écosystémiques ainsi que sur leurs liens avec le bien-être humain. Les nouvelles de ce rapport de la Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) ne sont pas bonnes.<sup>2</sup> Les humains ont à ce jour « significativement altéré » 75 % de la surface des continents et 66 % de la surface des océans. Plus de 85 % des zones humides ont été perdues. Le rapport estime qu'environ un quart des espèces animales et végétales évaluées sont menacées : cela signifie que près d'un million d'espèces pourraient s'éteindre, probablement dans les décennies à venir. Le taux d'extinction actuel est plusieurs dizaines à plusieurs centaines de fois supérieur à la moyenne des dix derniers millions d'années. Depuis 50 000 ans, la masse des grands mammifères de la planète a été divisée par six<sup>3</sup> : aujourd'hui, la masse des animaux d'élevage et des volailles dépasse de loin celle des animaux et des oiseaux sauvages.

Partout dans le monde, les communautés biologiques se ressemblent de plus en plus – que ces écosystèmes soient ou non gérés par des humains. Au cours des 60 dernières années, selon l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), le blé, le maïs et le riz sont devenus les principales cultures vivrières dans le monde, remplaçant des cultures traditionnelles telles que le manioc, l'igname, le millet et le sorgho, ce qui a conduit à une perte de 90 % des variétés de culture. Des plantes invasives, notamment certaines

espèces d'herbes africaines, ont éradiqué des espèces locales et uniformisé les écosystèmes.

Il ne s'agit pas simplement d'un problème philosophique ou moral : ces changements profonds du tissu du vivant ont des impacts considérables sur le bien-être humain. Les écosystèmes nous fournissent des ressources de combustibles, de médicaments, de nourriture et d'eau salubre dont l'entretien dépend de systèmes complexes et biodiversifiés. Près des trois quarts des cultures alimentaires, dont les cultures commerciales comme le café, ont par exemple besoin des animaux pour la pollinisation. On note cependant un déclin de 75 % des insectes ces dernières années, dont les insectes pollinisateurs.<sup>4</sup> Le sol même que nous utilisons pour faire pousser notre nourriture a vu ses substances organiques diminuer de 10 à 15 %<sup>5</sup> au cours des dernières décennies.

En 2010, les parties de la Convention sur la diversité biologique (CDB) ont adopté le plan stratégique pour la diversité biologique 2011–2020 et ses 20 objectifs d'Aichi afin de traiter les causes liées à la perte de la biodiversité. Malgré des appels de plus en plus pressants à la protection de la biodiversité, il est très probable que la plupart, si ce n'est tous ces objectifs ne soient pas atteints d'ici 2020, mettant ainsi en péril la réalisation des objectifs de développement durable pour 2030.

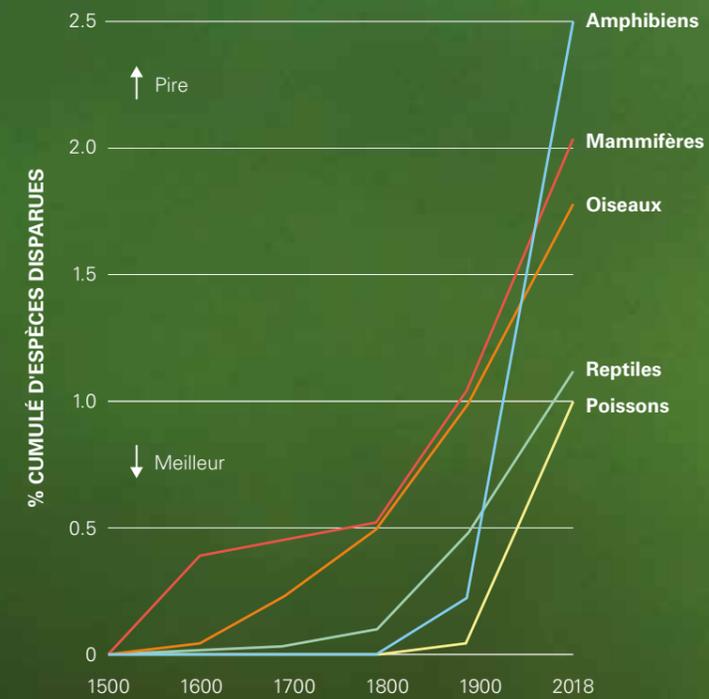
Les pays sont désormais en train de négocier un accord, le Global Deal for Nature : un nouveau cadre mondial de protection de la biodiversité qui sera élaboré à travers la CDB en 2020. Le développement du plan stratégique pour l'après-2020 de la CDB fournit une opportunité unique de fixer un cap ambitieux pour conserver et restaurer la biodiversité

mondiale.<sup>6</sup> Atteindre cet objectif – et renverser le mouvement actuel vers la perte de vie sur notre planète – nécessitera de nouvelles pistes de réflexion sur la conservation.

#### Le rôle connu des grands inconnus

Les estimations de l'IPBES sur les extinctions sont basées sur des classes d'animaux visibles et bien étudiées (comme les mammifères ou les oiseaux) ou des espèces qui présentent un intérêt particulier pour la société ou la science (par exemple des plantes à graines rares et anciennes comme les Cycadophytes). On connaît en revanche beaucoup

## LA MASSE DES ANIMAUX D'ÉLEVAGE ET DES VOLAILLES DÉPASSE DE LOIN CELLE DES ANIMAUX ET DES OISEAUX SAUVAGES



#### Extinctions

Pourcentage cumulé d'extinctions d'espèces, basé sur le taux d'extinction naturel de 0,1 à 2 extinctions par million d'espèces par an.

Source : Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques, 2019. « Résumé à l'intention des décideurs du rapport sur l'évaluation mondiale de la biodiversité et des services écosystémiques pour les Amériques ».



La liste rouge de l'UICN estime que 40% des amphibiens sont menacés d'extinction, à cause de multiples problèmes allant de la perte d'habitat aux maladies liées au changement climatique.

# LES APPROCHES TRADITIONNELLES DE LA CONSERVATION ONT PEU DE CHANCE DE FONCTIONNER TOUTES SEULES

moins une myriade d'autres espèces, dont certaines sont très certainement vitales pour le maintien des écosystèmes.

Les espèces invertébrées, en particulier, sont très mal connues. Les invertébrés du sol, par exemple, ne sont pas inclus dans les évaluations, et la perte de diversité parmi les invertébrés passe souvent inaperçue.<sup>7</sup> On estime que le royaume des invertébrés connaît des bouleversements encore plus rapides que les autres groupes d'animaux, en raison de leur courte durée de vie et de la complexité de leur cycle de vie ; de nombreuses espèces pourraient même s'éteindre avant qu'elles soient découvertes. Pourtant, les invertébrés jouent un rôle central dans le fonctionnement d'un large ensemble d'écosystèmes – la majorité des pollinisateurs sont des insectes, et les invertébrés vivant dans les sols sont essentiels pour le cycle des nutriments. Leur disparition a des impacts directs sur la sécurité alimentaire.

On connaît encore moins les microorganismes ou microbes, qui représentent la plus grande part de la vie sur Terre. Ils sont présents dans presque tous les habitats et assurent des fonctions irremplaçables dans les cycles biogéochimiques et pour la santé des plantes et des animaux.

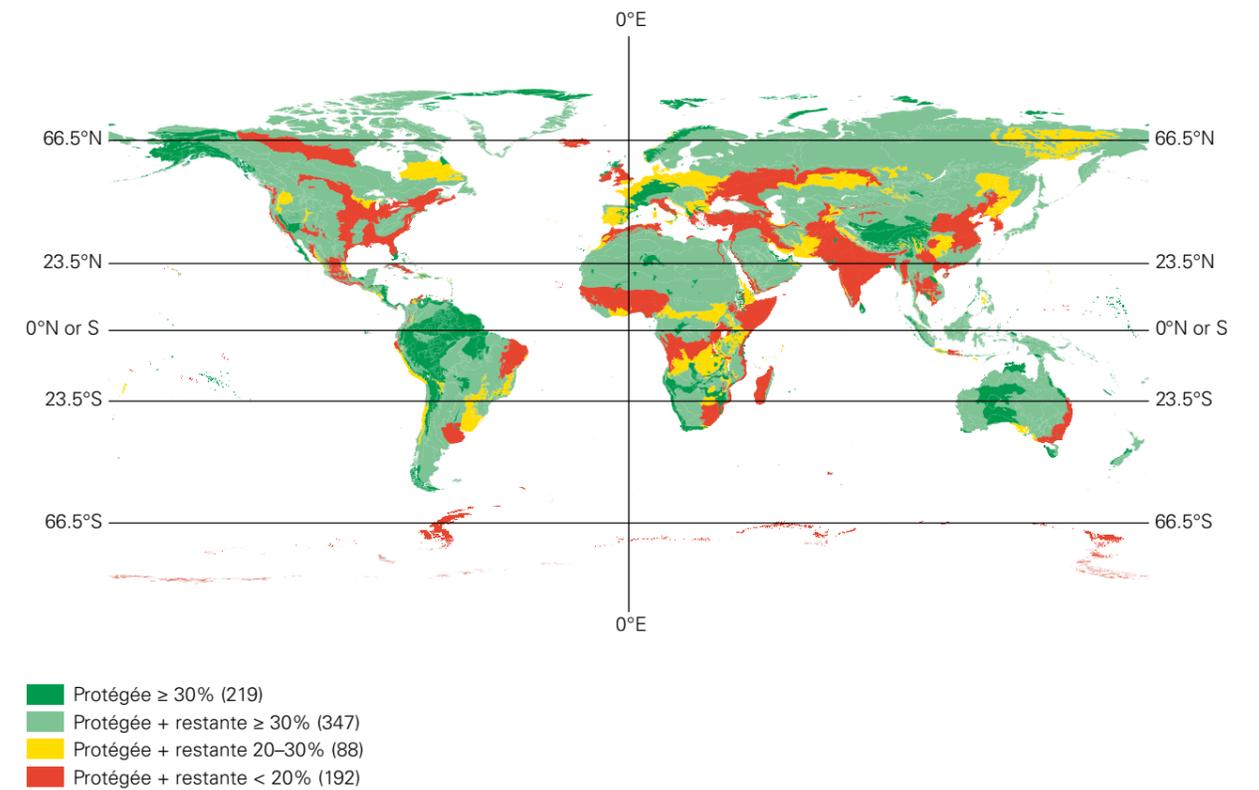
Les micro-organismes, en particulier le phytoplancton, absorbent une quantité colossale de dioxyde de carbone de l'atmosphère et jouent un rôle important dans le cycle du carbone. La diversité microbienne du sol est cruciale pour la santé et la croissance des plantes et, réciproquement, les chercheurs ont montré que la diversité des végétaux a un effet sur la diversité microbienne du sol (c'est pourquoi le déclin de l'une entraîne le déclin de l'autre).<sup>8</sup> Les chercheurs savent que le changement climatique et les modifications d'utilisation des terres affectent le fonctionnement et la composition des communautés microbiennes<sup>9</sup> – la diversité des microbes dans le sol s'appauvrit lorsque le climat est plus chaud et sec – mais les détails exacts de ce que nous faisons aux microbes de notre planète, et les impacts à long terme de ces actions, sont encore incertains.

Il a été démontré à travers de multiples études, à petite et grande échelle, qu'un déclin du nombre d'espèces perturbe le fonctionnement des écosystèmes, tandis qu'une augmentation le stimule. Pour être plus précis, dans les prairies par exemple, une hausse du nombre total d'espèces accroît la masse brute du matériel végétal qui pousse à n'importe quel moment : plus d'espèces est synonyme de meilleure productivité.<sup>10</sup> Dans les forêts sous-tropicales, le volume de carbone absorbé par les plantes est plus élevé dans les zones où coexistent un plus grand nombre d'espèces d'arbres.<sup>11</sup>

Un déclin du nombre d'espèces et une homogénéisation des communautés écologiques perturbent les fonctions des écosystèmes à de multiples égards, du volume total de croissance à la résistance aux espèces envahissantes. Cet effet a été constaté dans des prairies et des savanes partout sur les cinq continents.<sup>12</sup>

## Des conséquences imprévisibles

Quelles sont les causes de toutes ces pertes de biodiversité et de leurs répercussions ? Le rapport de l'IPBES identifie cinq facteurs directs. Premièrement, les changements d'usage des terres et de la mer, notamment la conversion de vastes étendues de forêts pour des usages agricoles – entre 2000 et 2010, la planète a perdu 1,5 million de km<sup>2</sup> de forêts.<sup>13</sup> Deuxièmement, l'exploitation directe de certains organismes : la récolte de bois brut, par exemple, a progressé de 45 % depuis 1970. Troisièmement, le changement climatique : les récifs coralliens, entre autres,



## Potentiel de protection

Les 846 écorégions terrestres (A) du monde participent de manière variable à la réalisation de l'objectif de protection de 30 % de la planète d'ici 2030 (B). Dans cette évaluation, 219 des régions ont déjà atteint un objectif de protection de 30 % ; 347 ont un potentiel élevé de réalisation de cet objectif (étant donné la quantité de terres déjà protégées et celles qui ont un fort potentiel de protection) ; 88 ont un potentiel modéré ; et 192 sont en péril. Les écorégions qui ont ou qui pourraient atteindre une protection de 30 % sont réparties entre les 14 biomes terrestres. *Source : Dinerstein et al. 2019*

sont vulnérables au stress de la chaleur et à l'acidification des océans, et ils devraient reculer de 70 à 90 % dans un scénario où le réchauffement est limité à 1,5 °C. Quatrièmement, la pollution : les proliférations algales dans les lacs peuvent éliminer d'autres espèces résidentes. Et cinquièmement, les espèces exotiques envahissantes : la moule zébrée, qui fait concurrence ou menace des dizaines d'autres espèces de moules d'eau douce, notamment dans les Grands Lacs d'Amérique du Nord, est l'un des cas les plus tristement célèbres.

Par ailleurs, ces facteurs directs produisent aussi des effets indirects. Lorsque l'humanité change ses modes de consommation, par exemple, des étendues de terre sont converties pour un usage agricole et des routes maritimes sont établies. Des politiques publiques menées dans un but précis, comme stimuler la production agricole, finissent souvent par dégrader la biodiversité. Ces facteurs ne fonctionnent pas isolément : ils interagissent, et l'impact de leur association est souvent plus lourd que la somme de leurs parties.

Notamment à cause de cette complexité, il est difficile de prévoir comment les écosystèmes vont évoluer face à des facteurs comme le changement climatique. Les modèles actuels qui prédisent des altérations à grande échelle des configurations végétales face au changement climatique,

comme l'expansion des forêts boréales dans la toundra arctique, ne sont pas en mesure de prédire les évolutions concrètes au niveau des espèces dans les communautés végétales à une plus petite échelle. À l'échelle locale, d'autres éléments peuvent se révéler plus importants comme le type de sol ou la présence d'herbivores et de pollinisateurs.<sup>14</sup>

## Rechercher des solutions

Répondre aux défis liés à la détérioration du tissu du vivant et à ses conséquences pour le bien-être de l'humanité nécessite des mesures urgentes visant les causes profondes du déclin environnemental.

Les approches traditionnelles de la conservation ont peu de chance de fonctionner toutes seules : créer une zone isolée protégée ou sauvegarder une seule espèce, par exemple, peut passer à côté des relations complexes entre des écosystèmes et des modèles sociaux sur de grandes échelles.

La conservation de la biodiversité devra prendre en compte tous les facteurs anthropiques directs et indirects, qu'ils relèvent de l'économie ou de la gouvernance, comme le souligne l'IPBES, et considérer le « telecoupling », à savoir l'impact de décisions locales sur d'autres parties du monde.

## UNE VISION À LONG TERME

Les facteurs d'évolution de la biodiversité ne sont pas exactement nouveaux ; le climat a toujours évolué et les Homo sapiens existent depuis plus de 300 000 ans.

Il y a 125 000 ans,<sup>18</sup> les humains contribuaient aux extinctions de la mégafaune de la fin du Pléistocène : l'association d'un changement climatique et de la chasse a conduit à l'extinction de nombreux grands mammifères sur presque tous les continents, du mammoth laineux à l'ours des cavernes en passant par le tigre à dents de sabre. Il s'agit sans doute de la première altération majeure de la structure d'un écosystème par l'humanité, avec des effets à long terme sur les communautés végétales et la récurrence des incendies. Il y a près de 50 000 ans, les humains d'Australie ont brûlé de grandes étendues de prairies, stimulant ainsi leur productivité en réduisant la place des arbrisseaux et des arbres. En Afrique australe, les chasseurs-cueilleurs ont utilisé le feu pour favoriser la croissance d'espèces comestibles, et les éleveurs nomades pour améliorer les pâturages de leurs troupeaux.

En Europe, la déforestation a débuté il y a 6 000 ans afin de faire de la place pour les exploitations agricoles. Les chasseurs-cueilleurs, les agriculteurs et les éleveurs nomades ont commencé à avoir un impact réellement significatif sur l'usage des terres il y a environ 3 000 ans, durant l'âge d'or de la Grèce antique.<sup>19</sup> Des arbres ont été abattus et brûlés pour accommoder une population de plus en plus nombreuse jusqu'à la fin de la révolution industrielle.

Cette vision à long terme est importante pour comprendre l'histoire d'un écosystème, les effets probables des changements induits par les humains sur la biosphère, et la capacité des écosystèmes altérés à faire face aux futurs changements climatiques – autant d'éléments qui contribuent aux objectifs de la conservation.

Sur les îles Galápagos, par exemple, les agents chargés de la conservation sont très inquiets de l'impact négatif de près de 750 plantes non indigènes introduites durant plus de 500 années d'habitation humaine. Mais l'étude de pollens fossiles âgés de 5 000 ans prouve que six des plantes mises en cause sont en fait d'anciennes espèces natives revenant sur le territoire.<sup>20</sup>

D'autres études montrent quels écosystèmes sont stables et quels écosystèmes pourraient avoir besoin d'être gérés. À la toute fin de la dernière période glaciaire, il y a près de 14 000 ans, le frêne et l'épicéa sont apparus dans le même habitat en Amérique du Nord ; aujourd'hui, chaque espèce occupe des aires délimitées.<sup>21</sup> Toute une série d'études de ce genre pourrait montrer quelles espèces peuvent coexister, même si elles ne le font pas aujourd'hui.

Les études portant sur l'étendue passée des forêts et des déserts nourrissent les modèles qui pourront prédire quels types de végétation nous attendent dans un nouveau climat, ou combien d'incendies peuvent se produire dans un monde plus chaud.<sup>22</sup> La vision à long terme nous suggère que les forêts boréales s'étendront vers les pôles et que celles-ci seront remplacées par des essences des régions du sud, plus adaptées aux conditions climatiques chaudes et sèches.

Il est aussi intéressant de constater que les archives paléocologiques révèlent un nombre croissant d'espèces et d'écosystèmes qui se sont montrés étonnamment résilients sous des températures plus chaudes et avec des niveaux élevés de CO<sub>2</sub>.<sup>23</sup> La réponse la plus commune lors des précédentes périodes de réchauffement accéléré a été le remplacement des biomes plutôt que leur extinction. Ce n'est cependant pas forcément une bonne nouvelle pour l'avenir. Les écosystèmes d'aujourd'hui sont affectés par un climat qui se réchauffe rapidement tout en étant fortement dégradés par les activités humaines. Cela ajoute des incertitudes au résultat final.



Cette photo tirée d'un rapport d'enquête de l'organisation environnementale Rainforest Action Network apporte la preuve de l'existence de deux plantations non déclarées de palmiers à huile dans la province de Kalimantan occidentale, en Indonésie.

On trouve de nombreux exemples de décisions locales qui semblent fondées, mais qui produisent des effets négatifs ailleurs. Au début des années 2000, par exemple, les pays européens ont fortement encouragé le bioéthanol afin de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> liées aux transports. Mais cela a entraîné une prolifération des plantations de palmiers à huile et de cannes à sucre pour répondre à la demande, provoquant une déforestation massive en Indonésie et en Malaisie – on estime que 45 % de l'expansion des palmiers à huile depuis 2008 s'est faite au détriment de la forêt. En mars 2019, après des années de controverses, la Commission européenne a conclu que le biocarburant à base d'huile de palme ne devait pas être éligible pour les objectifs en matière de transport renouvelable.

De même, les restrictions sur les coupes de bois dans une région se traduisent par une hausse des coupes ailleurs ; les quotas de pêche dans une zone par une flambée des prises, et ses problématiques captures accessoires, dans une autre.

Il faut dorénavant établir des cibles qui sont utiles et pertinentes aussi bien au niveau local que mondial ; et « découpler » la croissance économique et les améliorations du cadre de vie des dégradations environnementales et des usages non durables des ressources.

Les solutions envisagées sont diverses. Il y a notamment des suggestions visant à garder les systèmes alimentaires dans certaines limites environnementales en encourageant les changements de régime alimentaire : il est possible de nourrir plus de personnes avec un régime sain tout en utilisant moins de terre, en consommant moins de viande et de produits laitiers et plus de légumes et de céréales.<sup>15</sup> Cette approche présente plusieurs avantages : elle libère des terres pour la conservation, réduit les émissions de CO<sub>2</sub> et la pollution, et améliore la santé humaine (voir le chapitre « Alimentation »).

Pour s'attaquer de manière plus large à la dégradation des terres, des initiatives plus complètes sont développées. La Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification (CNUCLD) vise par exemple la neutralité en matière de dégradation des terres en compensant la perte

de terres productives par la restauration de terres dégradées ailleurs. Dans cette optique, l'initiative de Grande muraille verte a pour ambition de restaurer des millions d'hectares de terres dégradées dans la région du Sahel, en Afrique. D'autres initiatives prennent de l'ampleur, notamment la Coalition des volontaires pour les pollinisateurs qui entend promouvoir une utilisation durable des terres favorables aux pollinisateurs. Ces efforts contribuent à la protection de la biodiversité et des écosystèmes, tout en renforçant la sécurité alimentaire et en sécurisant les économies locales et nationales.

L'usage des terres reste un immense défi : la compétition entre l'utilisation des terres pour la nourriture, la biodiversité et les biocarburants a de nombreuses répercussions sur les gaz à effet de serre, le bien-être humain, la santé, et d'autres domaines. L'une des solutions consisterait à s'appuyer davantage sur des modes de vie moins gourmands en énergie ainsi que sur la réduction des gaz à effet de serre autres que le CO<sub>2</sub> afin d'enrayer le changement climatique.<sup>16</sup>

Par ailleurs, la protection des écosystèmes représente un moyen extrêmement efficace de stabiliser le changement climatique tout en protégeant la biodiversité et la santé humaine. Le Global Deal for Nature, en cours de négociation, cherche à produire un accord visant à protéger et restaurer 50 % des terres et des océans de la planète d'ici 2050, avec une première cible à 30 % d'ici 2030. Une étude initiale a divisé la Terre en un millier d'écorégions, des forêts tropicales à la toundra, afin de déterminer lesquelles sont déjà préservées et lesquelles nécessitent l'attention la plus urgente. Conserver la moitié de notre planète est un objectif ambitieux qui devrait permettre de sauver la majorité des espèces et rendre le monde plus vivable pour l'humanité – pour un coût estimé à près de 100 milliards de dollars américains par an.<sup>17</sup>

Empêcher la destruction du tissu du vivant et répondre aux objectifs environnementaux et sociétaux des prochaines décennies nécessite des mesures rapides abordant les problèmes de manière synergique et concertée. Il faut nous attaquer aux causes profondes de la destruction environnementale, transformer la société et la gouvernance et repenser nos valeurs.

# FAIRE TRAVAILLER L'ARGENT POUR L'ENVIRONNEMENT

**Kristina Alnes**  
CICERO, Norvège

**Paul Shrivastava**  
Université de Pennsylvanie, États-Unis ;  
ICN Business School, France

**Jana Sillmann**  
CICERO, Norvège

**Olaf Weber**  
School of Environment,  
Enterprise and Development,  
Université de Waterloo, Canada

**Laszlo Zsolnai**  
Business Ethics Center,  
Université Corvinus  
de Budapest, Hongrie



**En 2019, le monde a été témoin de la première faillite liée au changement climatique. Le principal distributeur d'électricité de Californie, la Pacific Gas & Electric Company (PG&E), a déposé le bilan en janvier après avoir été soupçonné d'être à l'origine de Camp Fire, un incendie dévastateur qui a ravagé plus de 60 000 hectares et tué 85 personnes pendant l'été 2018. Une ligne à haute tension mal placée aurait provoqué l'incendie, mais c'est le changement climatique qui a amplifié la chaleur et la sécheresse, rendant la végétation plus vulnérable aux flammes. Nombreux sont ceux qui ont affirmé que le changement climatique était en partie responsable de cette tragédie.**

La finance est une activité risquée. Mais la situation mondiale actuelle – sur le plan économique, politique et environnemental, en particulier avec le réchauffement climatique – contribue à la rendre encore plus risquée.

Nous vivons dans un monde « au complet », peuplé de 7,3 milliards d'êtres humains, où la croissance financière a explosé au cours des 50 dernières années. Entre 1970 et 2018, le PIB mondial est passé de moins de 3 000 milliards à 80 000 milliards de dollars américains ; et la dette mondiale a flambé de 35 % à 290 % du PIB.<sup>1</sup> Simultanément, l'augmentation des richesses a été captée par une minuscule fraction de la population mondiale, engendrant d'immenses inégalités économiques. Aujourd'hui, moins de 1 % de la population mondiale détient 50 % des actifs économiques, près de 20 % vit dans la pauvreté, et la plus grande partie des « classes moyennes » n'ont pas connu d'amélioration notable de leurs conditions économiques depuis plusieurs décennies.<sup>2</sup> Ces inégalités économiques entraînent des risques financiers, sociaux et politiques.



*Une équipe de recherche et de sauvetage fouille les restes de l'incendie dévastateur de Camp Fire qui a ravagé la ville de Paradise, en Californie, en novembre 2018.*

Mais ce sont sans doute les changements climatiques et environnementaux qui exercent l'impact le plus fort sur le risque financier aujourd'hui. Les événements météorologiques extrêmes et les catastrophes naturelles gagnent en fréquence et en intensité, engendrant des coûts économiques colossaux – et ce sont les populations pauvres dépendantes des ressources naturelles pour leur subsistance qui souffrent le plus du bouleversement des systèmes naturels.<sup>3</sup> La transition vers une économie alimentée grâce aux énergies renouvelables présente de grandes opportunités, mais aussi des risques considérables pour les entreprises ayant des intérêts dans les combustibles fossiles. Les perturbations occasionnées sur la biodiversité, ainsi que sur les cycles du carbone, de l'azote et du phosphore, ont des impacts profonds quoiqu'encore mal connus sur les sociétés et la production alimentaire, ce qui pose en retour des risques économiques.

Heureusement, quelques initiatives sont en cours pour mieux documenter, gérer et réduire ces risques, notamment la toute nouvelle Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD), un groupe de travail ayant pour but de définir des recommandations concernant la transparence financière des entreprises en matière de climat. Mais il reste encore un long chemin à parcourir.

Si l'impact des changements du système terrestre sur la finance est colossal, l'impact de la finance sur le système terrestre est lui aussi immense et continue de croître. La grande accélération de la croissance économique au XXI<sup>e</sup> Siècle a exercé une forte pression sur le système terrestre en mettant l'accent sur l'extraction des ressources et les profits au détriment de la durabilité. Ces dernières décennies, les économistes écologiques ont pointé du doigt la menace que la croissance économique fait peser sur la santé des écosystèmes. Aujourd'hui, les produits financiers tels que les obligations vertes – et l'intérêt suscité par

les critères environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG) pour l'investissement – font espérer un renversement de cette tendance et la promotion d'activités plus durables.

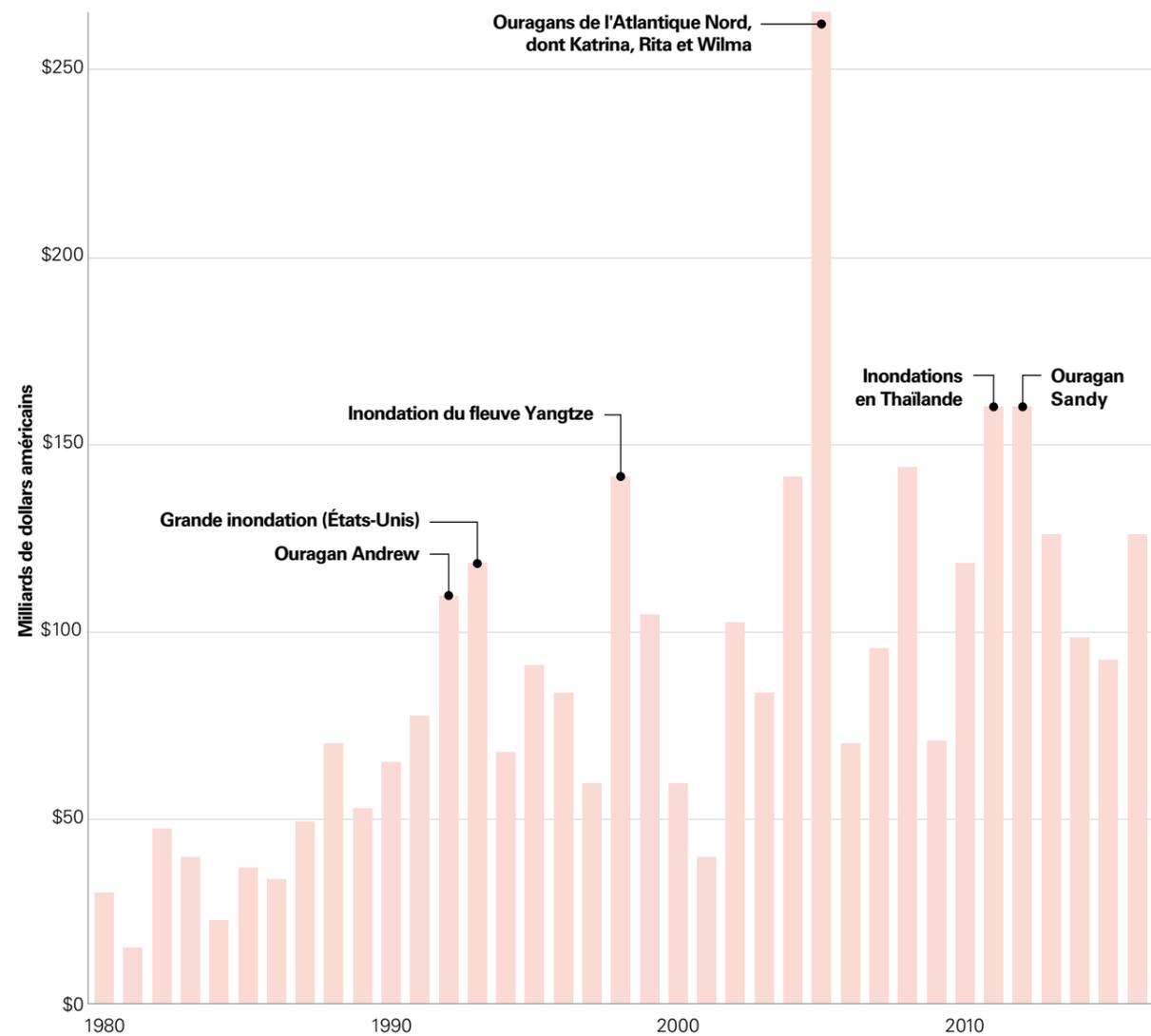
En 2018, les Nations unies ont évalué le déficit de financement annuel pour atteindre les objectifs de développement durable (ODD) à 2 500 milliards de dollars américains. Les fonds publics ne suffiront pas à combler ce

fossé : il faudra mobiliser les financements privés. Des lignes directrices pour des investissements durables, parallèlement aux produits comme les obligations vertes, peuvent aider à faire de la finance un outil de promotion de la durabilité et non d'exploitation aveugle de la planète.

### Des risques climatiques en pleine expansion

Comme le montre la faillite de PG&E, le changement climatique fait peser un risque financier significatif sur les entreprises. Cela fait longtemps que les scientifiques ont tiré la sonnette d'alarme. Les compagnies d'assurance ont été les premiers acteurs du monde de la finance à entendre ce message lorsque les événements extrêmes tels que les inondations et les sécheresses sont devenus plus fréquents et les dommages assurés plus élevés. Une étude récente effectuée par trois associations d'actuaire a établi que le changement climatique était le risque numéro un du secteur de l'assurance.<sup>4</sup>

Les banques centrales et les dirigeants d'entreprises sont désormais très attentifs. En avril 2019, le gouverneur de la Banque d'Angleterre, Mark Carney (avec le Réseau pour le verdissement du système financier, une coalition des banques centrales formée lors du One Planet Summit à Paris en 2017) a écrit une lettre ouverte. Il y rappelle à de multiples reprises l'importance des risques financiers liés au climat et ce qu'il convient de faire pour les gérer. Les dirigeants d'entreprises et les experts interrogés par le Forum économique mondial en amont de son sommet annuel à Davos ont déclaré que les événements météorologiques extrêmes, l'échec des stratégies d'atténuation et d'adaptation au changement climatique et les catastrophes naturelles étaient les trois principaux risques auxquels ils seraient le plus susceptibles d'être confrontés en 2019.<sup>5</sup> Selon un rapport de 2019 de la société BlackRock, les investisseurs ne considèrent plus le risque climatique comme une menace lointaine.<sup>6</sup>



### Pertes liées aux catastrophes

Les pertes économiques mondiales dues aux événements météorologiques extrêmes affichent une tendance à la hausse au cours des dernières décennies. Source : Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft Aktiengesellschaft in München (« Munich Re »). 2018

Les rapports financiers divisent habituellement les risques liés au changement climatique en deux catégories. Le premier, le risque physique, fait référence aux problèmes causés par des phénomènes climatiques tels que la montée du niveau de la mer, les canicules, les sécheresses et les conditions météorologiques extrêmes. Ces phénomènes peuvent être soudains, comme les feux de forêt en Californie en 2018. Ils peuvent aussi être chroniques, comme la montée du niveau de la mer ou la hausse des températures moyennes, les conditions climatiques ayant des retombées sur l'industrie.

Le changement climatique devrait par exemple avoir un impact sur la culture du café. Le *Coffea arabica*, la variété de café la plus prisée au monde, ne peut pousser que dans certaines conditions climatiques. Une étude récente affirme que 60 % des espèces sauvages de café sont menacées d'extinction.<sup>7</sup> Cela pose un risque pour l'industrie du café et les agriculteurs ; pour la qualité, le prix et la disponibilité du café ; puis, en dernier ressort pour les acteurs financiers. Simultanément, l'intensification des ouragans et des tempêtes en Asie du Sud-Est pourrait interrompre les chaînes d'approvisionnement des entreprises technologiques, et les pénuries d'eau se répercuter sur les producteurs de boissons comme Coca-Cola.

La seconde catégorie, le risque de transition, fait référence aux risques résultant de la transition vers une économie sobre en carbone. Le développement des énergies renouvelables et des voitures électriques, pour ne nommer que ces deux exemples, présente de formidables opportunités, mais aussi de grands risques pour les entreprises qui ont des intérêts dans les technologies des combustibles fossiles.

Les technologies et les politiques publiques peuvent en outre évoluer rapidement, créant une incertitude qui s'ajoute au risque financier. Les entreprises peuvent être prises au dépourvu par l'introduction d'une taxe carbone, par exemple, ou par une nouvelle loi qui rendrait un investissement infrastructurel majeur obsolète, immobiliserait un actif et créerait une perte financière. L'Association norvégienne du pétrole et du gaz a récemment déclaré que la montée du militantisme politique pourrait atteindre fortement la principale industrie nationale. Une étude récente de l'Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles (AEAPP) estime que 10 à 13 % des actifs des assureurs européens sont exposés au risque de transition.<sup>8</sup>

### Déterminer le prix du problème

Le rapport de BlackRock conclut qu'il sera difficile pour le marché d'établir correctement le prix des risques climatiques. Le rapport note que les investisseurs semblent

avoir du mal à évaluer concrètement comment le changement climatique impactera leur portefeuille, et ce pour deux raisons : la tendance des marchés financiers à sous-évaluer les risques qui leur semblent peu probables et distants ; et le manque de données et d'outils.<sup>9</sup>

Les décisions de prêts et d'investissements sont généralement effectuées sur des horizons à court terme, le plus souvent moins de 10 ans, tandis que les perspectives temporelles présentées par les études sur le changement climatique sont de l'ordre de 20 à 30 ans, parfois de plusieurs siècles. Cela signifie que les investisseurs sont encouragés à privilégier les retours à court terme au détriment d'une planification à long terme. Selon le plan

d'action sur la finance durable de l'UE, adopté en 2018, c'est l'un des principaux obstacles à l'édification d'un système financier durable. Le plan détaille des stratégies pour favoriser une gouvernance de long terme – ainsi que d'autres mesures pour encourager la durabilité.

Simultanément, nous manquons encore d'informations fiables et publiques sur les risques climatiques. Une enquête récente révèle que les informations sur les risques climatiques physiques des investisseurs viennent souvent de sociétés de conseil manquant de transparence sur leurs méthodes et fournissant un accès limité à leurs données de base.<sup>9</sup> Comme dit l'adage rabâché par tous les managers, « on ne gère bien que ce que l'on mesure » ; le risque climatique ne fait pas exception.

La TCFD, établie en 2015 par le Conseil de stabilité financière à la demande du G20, est l'une des initiatives les plus connues visant à combler cette lacune. La TCFD a développé un ensemble de recommandations pour rationaliser la publication des risques financiers liés au climat par tous les acteurs financiers

et les entreprises, créant ainsi un cadre pour l'intégration du risque climatique dans l'information financière standard. Cela a largement sensibilisé la communauté financière à la manière dont les risques climatiques se traduisent en risques financiers, tout en créant un langage commun pour en parler.

En 2019, 340 investisseurs mondiaux gérant près de 34 000 milliards USD de fonds ont demandé aux entreprises de communiquer leur information financière conformément aux normes établies par la TCFD. Une enquête récente menée par S&P Global précise que parmi les 2 500 plus grandes entreprises du monde, 70 % ont intégré le risque climatique dans au moins une partie de leurs documents financiers.<sup>10</sup> La mise en place d'un reporting TCFD complet tarde cependant à s'installer dans les habitudes. La TCFD a récemment publié une étude sur les informations financières liées au climat de plus d'un millier d'entreprises au cours des trois dernières années.<sup>11</sup> L'étude montre que si l'information est en effet plus présente, le niveau de transparence reste insuffisant pour les investisseurs.

## LA NOUVELLE TASK FORCE ON CLIMATE-RELATED FINANCIAL DISCLOSURES A LARGEMENT SENSIBILISÉ LA COMMUNAUTÉ FINANCIÈRE

Il existe plusieurs cadres et lignes directrices pour intégrer des risques encore plus larges, au-delà du climat. Par exemple, le Sustainability Accounting Standards Board, un organisme américain à but non lucratif, publie des recommandations pour la communication volontaire d'une information financière transparente auprès des investisseurs. Le plan d'action sur la finance durable de l'UE comprend une mise à jour de la directive 2014 UE concernant la publication d'informations non financières, demandant aux grandes entreprises de divulguer leurs risques ESG matériels et la manière dont ces risques sont gérés. Les conseils mis à jour proposés aux entreprises comprennent un reporting conforme aux recommandations de la TCFD.

Mais pour les entreprises et les investisseurs, l'évaluation et la divulgation des risques restent difficiles. De nombreuses lignes directrices et initiatives se recoupent aux niveaux international, national et régional. Lorsque le Centre pour la recherche internationale sur le climat et l'environnement (CICERO) a interrogé des acteurs norvégiens du secteur financier en 2018, la « fatigue face aux montagnes de rapports à remplir » était assez répandue parmi les répondants.<sup>12</sup>

La disponibilité de données sur les risques financiers liés au climat devrait s'améliorer avec les efforts des entreprises en matière d'information financière, notamment ceux préconisés par la TCFD, et la myriade de nouveaux outils à la disposition des investisseurs. Plusieurs grandes agences de notation et fournisseurs de données ESG proposent par exemple des ensembles de données sur les risques climatiques. L'offre actuelle n'est pas jugée adéquate par tous les investisseurs, mais plusieurs initiatives d'instituts de recherche visent à combler ce fossé. On peut notamment citer l'initiative menée par le CICERO pour catégoriser les revenus et les investissements des sociétés en fonction de leur intégration dans un avenir sobre en carbone et résilient face aux risques climatiques.<sup>13</sup>

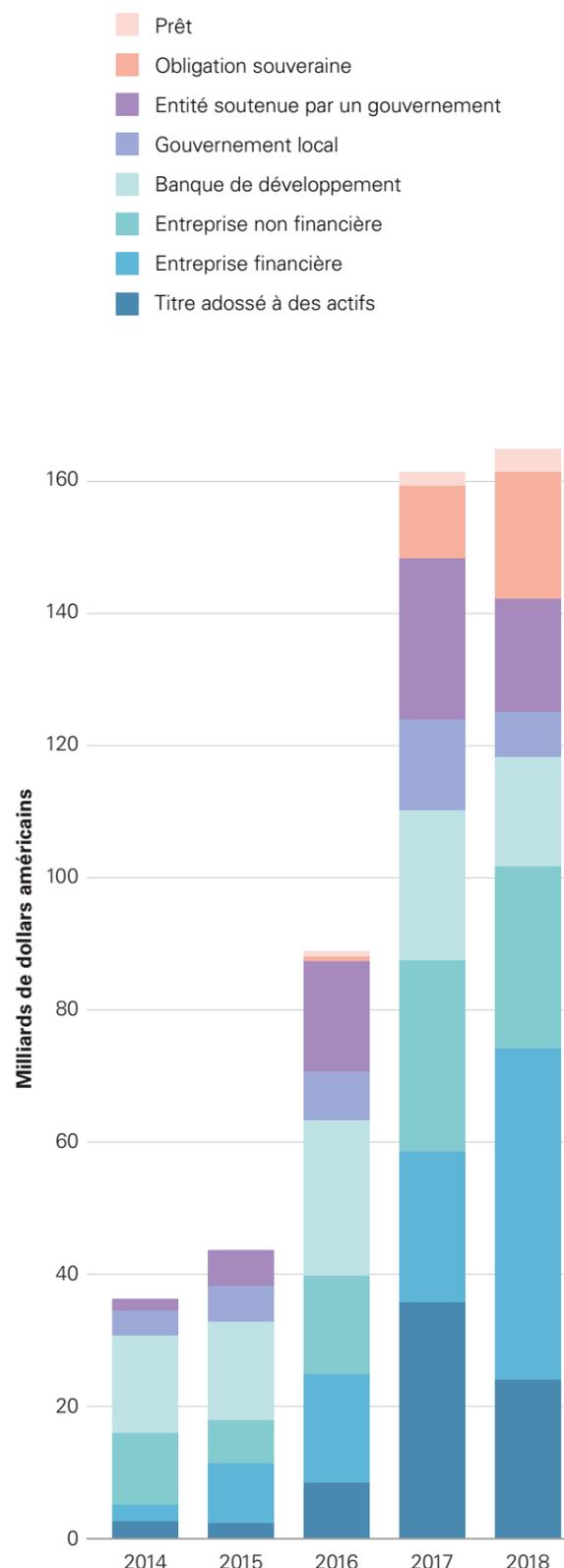
### Stimuler la finance durable

La bonne nouvelle est que la finance durable – l'idée même d'utiliser des instruments financiers et d'investissement pour créer un système terrestre plus durable – est récemment passée du statut de niche à celui de norme.

Les Principes pour l'investissement responsable, par exemple, créés en 2006, regroupent aujourd'hui plus de 2 000 signataires du secteur financier. Cette initiative, lancée par les Nations unies avant de devenir indépendante, édicte les principes d'un investissement ESG en aidant les investisseurs à cibler des projets qui soutiennent, entre autres, la durabilité environnementale et les conditions de travail éthiques.

Il y a beaucoup de stratégies d'investissement différentes dans l'univers ESG. L'une des stratégies les plus communément utilisées par les investisseurs ESG consiste à exclure les entreprises ayant de mauvaises performances ESG de leur portefeuille. En 2019, le Fonds de pension gouvernemental norvégien a exclu plusieurs entreprises pour leurs activités dans le secteur du charbon ou des violations graves des droits de l'homme.

Une autre stratégie ESG va plus loin en passant en revue toutes les entreprises d'un portefeuille en fonction de critères tels que les émissions de carbone ou l'égalité des sexes, puis en intégrant ces critères parallèlement à la performance financière. On peut citer le cas de la société de gestion de placements Generation Investment



### Obligations vertes

Le nombre d'obligations vertes a considérablement augmenté ces dernières années, par l'intermédiaire d'émetteurs différents. Source : Climate Bonds Initiative, 2019

Management qui a annoncé en 2019 la création d'un fonds d'un milliard USD pour investir spécifiquement sur les enjeux de santé planétaire et humaine, et d'inclusion financière.

Certaines études suggèrent que les investissements ESG atténuent les risques financiers pour les prêteurs et les investisseurs. Une enquête de 2015 reprenant 2 000 études empiriques montre que la majorité d'entre elles font état d'un lien positif entre les critères ESG et la performance financière des entreprises.<sup>14</sup> Une étude chinoise plus récente établit que l'allocation de prêts verts dans un portefeuille réduit la part de prêts non remboursés ou présentant un risque élevé de défaut.<sup>15</sup> Cela indique que les prêts verts sont moins risqués que les prêts classiques.

Parallèlement à la prise en compte de la durabilité dans les produits financiers existants, il y a un éventail de plus en plus diversifié d'instruments financiers durables. Le marché de la dette durable, par exemple, est constitué d'obligations (titres de créance négociables) ayant une composante écologique et/ou sociale. Il s'agit d'un marché volontaire stimulé par la demande de dette durable des investisseurs. Le marché a atteint 247 milliards de dollars américains d'émissions en 2018.<sup>16</sup> Les obligations durables ne représentent encore que quelques pourcents du marché obligataire (le marché de la dette étant assez opaque, le nombre précis n'est pas connu). Mais le marché de la dette durable, après avoir doublé entre 2016 et 2018, est très prometteur.

Les « obligations vertes » constituent la partie la plus aboutie et la plus importante du marché de la dette durable, avec près de 182 milliards de dollars américains d'émissions en 2018.<sup>16</sup> Ces titres financent une grande diversité d'activités environnementales, comme la construction de bâtiments écologiques ou de parcs éoliens, conformément aux Green Bond Principles, des principes volontaires fixés au niveau international pour l'émission d'obligations vertes.

Depuis l'émission de la première obligation verte en 2008 par la Banque mondiale, le marché n'a eu de cesse de se développer. Aujourd'hui, ces titres ne sont plus seulement émis par des banques de développement multilatérales, mais aussi par des institutions financières, des municipalités et des gouvernements nationaux. En 2018, six obligations vertes souveraines ont été émises par la Belgique, l'Indonésie, l'Irlande, la Lituanie, la Pologne et les Seychelles. Ces obligations vertes souveraines financent de grands projets d'infrastructures écologiques.

La première obligation islamique (sukuk) verte a financé la construction d'une centrale solaire de 50 MW en Malaisie. L'Indonésie a réussi à lever 1,25 milliard de dollars américains grâce à un sukuk vert pour des projets écologiques, notamment l'amélioration du système de transport en commun rapide à Jakarta, la capitale.

Jusqu'à présent, l'intégrité environnementale du marché des obligations vertes a été principalement assurée par un système volontaire d'évaluations externes, comme celles proposées par CICERO. Mais plusieurs pays envisagent de réglementer ce marché. La Chine, second marché national d'obligations vertes, a mis en place des règlements détaillés tandis que la Banque populaire de Chine a publié des lignes directrices sur les obligations vertes en 2015. Au début de l'année 2019, la Commission européenne a développé un projet de norme européenne pour les obligations vertes basé sur les Green Bond Principles. Une réglementation plus stricte permettra une standardisation du marché des obligations vertes, mais elle pourrait également former une barrière à l'entrée si les coûts de transaction venaient à augmenter.

Le succès des obligations vertes a encouragé la création de nouveaux produits, notamment des obligations sociales et durables qui incorporent des objectifs sociaux et environnementaux. Avec 14 milliards de dollars américains d'obligations sociales et 18 milliards USD d'obligations durables émis en 2019,<sup>17</sup> il s'agit certes encore de marchés émergents. Ces titres financiers ne représentent encore qu'une petite part du gâteau, mais ils ont attiré l'attention d'acteurs majeurs : on compte parmi les principaux émetteurs la ville de Los Angeles, Starbucks et la Banque nationale du Canada.

En 2018, un tout nouveau produit, le prêt durable (sustainability-linked loan) a connu un succès fulgurant dès sa première année avec plus de 36 000 milliards de dollars américains de prêts contractés.<sup>16</sup> Ces instruments de dette incitent l'émetteur à atteindre des objectifs de développement durable en indexant la performance financière aux critères ESG. Ces produits sont encore loin d'être majoritaires sur le marché de la dette, mais leur croissance est très encourageante.

### La finance de demain

En avril 2019, le Réseau pour le verdissement du système financier a publié son premier rapport,<sup>18</sup> reprenant les propositions d'actions pour rendre le système financier plus responsable écologiquement et plus résilient face aux risques climatiques et environnementaux.

Le rapport recommande notamment de prendre en compte les risques liés au climat dans le suivi de la stabilité financière ; d'intégrer la durabilité dans la gestion des portefeuilles des banques centrales ; et de réduire les lacunes de données en partageant les données pertinentes. Il encourage les décideurs à promouvoir l'adoption des recommandations de la TCFD ainsi que d'autres normes cohérentes à l'échelle internationale en matière de publication d'informations environnementales. Il incite enfin à une transparence accrue sur l'impact potentiel des activités économiques sur le climat et l'exposition de ces activités aux risques climatiques.

Le secteur financier a un rôle clé à jouer pour la transition vers une économie sobre en carbone, la réduction de la vulnérabilité et le renforcement de l'adaptation aux impacts du changement climatique. En finançant des activités qui s'insèrent dans une économie à faibles émissions ou qui marquent une étape dans cette direction, le secteur financier – parallèlement aux mesures politiques et réglementaires – peut initier des transformations capables de minimiser les risques liés au climat et de préserver le développement économique. Connecter les décisions financières à la biosphère et au système terrestre dans son ensemble devrait contribuer à garantir des moyens de subsistance justes et durables pour tous.

La route est encore longue. Mais les stratégies et les instruments qui ont vu le jour au cours des dernières années donnent de bonnes raisons d'être optimiste. Comme le disait Mark Carney dans son discours devant la Commission européenne en mars 2019 : « À l'avenir, le climat et les considérations ESG ont de fortes chances d'être au cœur des investissements classiques ». Il estime que l'amélioration du reporting des entreprises et de l'analyse de données – associée aux dernières technologies d'intelligence artificielle et d'apprentissage automatique – aideront les investisseurs à mener leurs activités tout en préservant la planète.

# REPENSER LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE MONDIALE

**Jianguo Qi**

Center for Global Change & Earth Observations,  
Université d'État du Michigan, États-Unis

**Pamela Katic**

Natural Resources Institute,  
Université de Greenwich, Royaume-Uni

**Aditi Mukherji**

International Water Management Institute, Inde

**Alice Ruhweza**

Fonds mondial pour la nature  
(WWF International), Kenya

**Marja Spienburg**

Université de Leiden, Pays-Bas

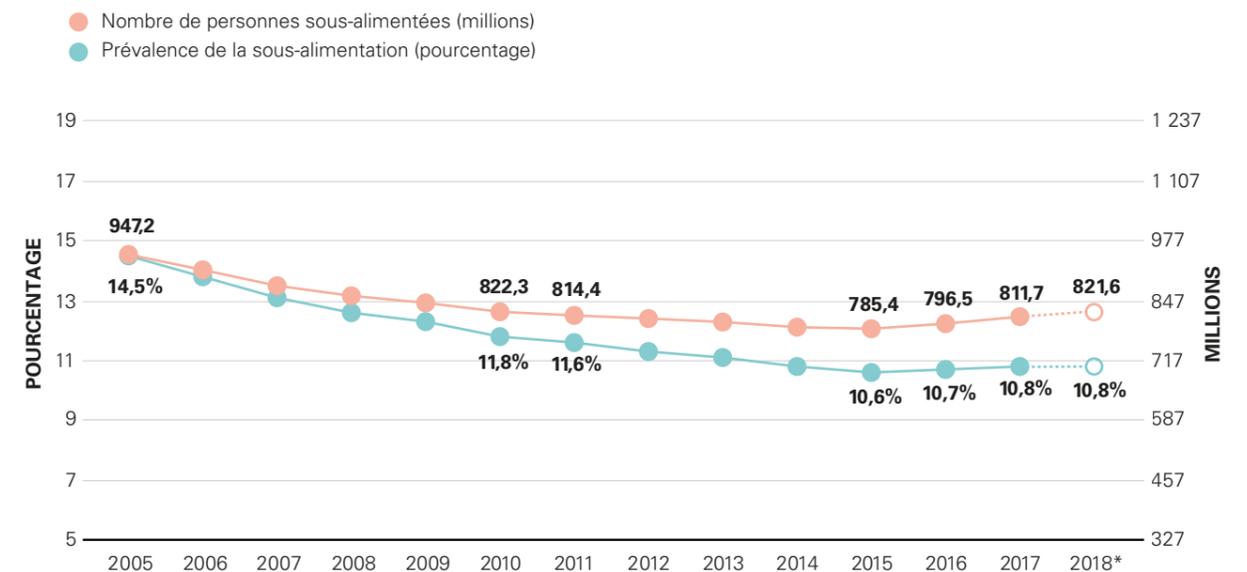


**Aujourd'hui, l'humanité produit suffisamment de calories, en théorie, pour nourrir les 7,7 milliards d'habitants de notre planète : la quantité de nourriture produite par personne a augmenté de 40 % depuis les années 1960. Pourtant, paradoxalement, la sous-alimentation – après des décennies de déclin – commence à remonter : le nombre total de personnes souffrant de sous-alimentation en 2018 a dépassé les 820 millions, soit 35 millions de plus que le niveau plancher atteint en 2015 (voir la figure « Montée de la faim »). Simultanément, près de 1,9 milliard de personnes sont en surpoids, et 650 millions sont obèses.<sup>1</sup>**

La sécurité alimentaire se définit par un accès physique et économique à une nourriture suffisante, saine et nutritive. La production alimentaire devrait être soumise à des tensions de plus en plus fortes en raison des changements climatiques et environnementaux (notamment la perte de biodiversité), et de la demande accrue de nourriture liée à la croissance démographique. D'ici 2050, nous devons nourrir près de 9 milliards de personnes sur une planète disposant de ressources naturelles amoindries.

Pour apporter la nourriture là où il faut, les réseaux du commerce alimentaire de nos économies sans cesse plus mondialisées seront plus que jamais primordiaux, mais leur rôle dans la sécurité alimentaire est à double tranchant. Le commerce mondial peut faciliter l'accès à la nourriture et aider les individus ou les nations à se hisser en dehors de la pauvreté ; il peut aussi déposséder encore plus les populations pauvres. La rentabilité des cultures flexibles (flex crops), qui peuvent être utilisées comme biocarburants, a attiré de gros investissements en Afrique subsaharienne, entre autres régions, mais elle a aussi souvent chassé des petits exploitants essentiels à la sécurité alimentaire locale. La progression rapide des exportations de cultures locales ou indigènes peut avoir des conséquences involontaires, telles que l'expansion agricole dans les terres marginales et la désertification, ou encore le déplacement de petits paysans. La popularité croissante du quinoa en Europe et en Amérique du Nord, par exemple, a conduit au quasi-doublement du nombre d'hectares consacrés à cette culture au Pérou, déplaçant d'autres cultures importantes pour les marchés alimentaires locaux.<sup>2</sup>

La vulnérabilité du système alimentaire actuel a été mise au jour par les récents chocs financiers. La crise économique mondiale de 2008 a provoqué une explosion de 300 % du prix du riz en une année. Plusieurs pays, comme l'Inde, ont même interdit les exportations pour protéger leur population. Au cours des deux dernières années de guerre commerciale entre les États-Unis et la Chine, la volatilité du prix du soja a exercé une pression sur les agriculteurs américains.



\* Les valeurs pour l'année 2018, représentées par des lignes pointillées et des cercles vides, sont des prévisions.

## Montée de la faim

Le nombre de personnes sous-alimentées dans le monde est en augmentation depuis 2015, et revient aux niveaux observés en 2010–2011.  
Source : FAO, 2019

# POUR UNE MEME SURFACE DE TERRES, IL NOUS FAUDRA TIRER PLUS DE NOURRITURE

Simultanément, le système alimentaire mondial précipite notre planète dans des climats plus extrêmes. Un quart des émissions anthropiques de gaz à effet de serre proviennent des terres agricoles. Cela comprend le méthane des ruminants et des rizières, les émissions des machines agricoles et la production de produits chimiques agricoles, mais aussi le carbone libéré par la déforestation pour étendre les terres cultivables. Le développement rapide du soja au Brésil s'est effectué au prix de la destruction de forêts qui stockaient du carbone et constituaient un riche réservoir de biodiversité.

La recrudescence prévue des phénomènes météorologiques extrêmes tels que les inondations et les sécheresses devrait frapper l'agriculture de plein fouet : en octobre 2019, le Programme alimentaire mondial des Nations unies estimait que la sécheresse, les inondations et les cyclones récents en Afrique australe allaient plonger un total de 45 millions de personnes à travers 16 pays dans une situation de grave insécurité alimentaire au cours des six prochains mois. Les niveaux plus élevés de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans l'atmosphère stimulent la productivité tout en diminuant la teneur nutritionnelle de certaines cultures, ce qui affectera disproportionnellement les pays les plus pauvres.<sup>3</sup> La plupart des modèles agricoles mondiaux prédisent que le changement climatique seul diminuerait la production agricole ; mais la stimulation éventuelle de la productivité liée aux niveaux de CO<sub>2</sub> pourrait partiellement compenser l'impact sur les rendements.

Alors que le monde continue de se réchauffer, les zones propices aux cultures vivrières et commerciales se déplacent, ce qui déstabilise les réseaux traditionnels d'approvisionnement alimentaire et les communautés qui dépendent des terres marginales pour leur subsistance. On prévoit que la quantité totale de terres adaptées à l'agriculture restera la même, mais il nous faudra tirer plus de nourriture de cette terre pour une population plus grande et avec un climat changeant.<sup>4</sup> La croissance démographique la plus importante du siècle à venir interviendra en Afrique subsaharienne, dans des zones souvent inadaptées à l'agriculture intensive en raison de la mauvaise qualité des sols et du manque de ressources hydriques.

En plus de contribuer au changement climatique, la manière dont nous produisons notre nourriture a d'autres conséquences graves pour l'environnement et les moyens de subsistance des populations agricoles. Notre système alimentaire actuel est responsable de 60 % de la perte de biodiversité terrestre, 33 % de la dégradation des sols et 61 % de l'épuisement des stocks de poissons commerciaux<sup>5</sup> (voir l'encadré « Produits marins »). Plus de 40 % des espèces d'insectes sont aujourd'hui menacées d'extinction.<sup>6</sup> Cela constitue un immense problème dans la mesure où trois cultures de fruits ou de plantes à graine sur quatre utilisées pour la nourriture humaine dépendent, au moins en partie, d'insectes pollinisateurs.

Les pesticides, herbicides et engrais chimiques employés dans l'agriculture entraînent des problèmes sanitaires et environnementaux significatifs. La sécurité de l'herbicide le plus répandu au monde, un composé organophosphoré appelé glyphosate, est très controversée ; il opère en empêchant la production d'acides aminés et il est soupçonné d'être à l'origine de maladies, dont la maladie d'Alzheimer et plusieurs types de cancer.<sup>7</sup> L'utilisation intensive d'antibiotiques pour l'élevage et l'aquaculture suscite également des inquiétudes : presque les trois quarts des microbiens vendus dans le monde sont administrés à des animaux destinés à la consommation, ce qui

expliquerait la montée des infections résistantes aux antimicrobiens chez les animaux, les poissons et les humains.<sup>8</sup>

L'avenir de notre sécurité alimentaire peut sembler très sombre. Mais plusieurs pistes de réflexion suggèrent qu'en repensant radicalement nos systèmes alimentaires et nos modes de consommation à l'échelle mondiale, nous pourrions produire suffisamment de denrées nutritives pour répondre à la demande d'une population croissante tout en minimisant les impacts environnementaux. Cela permettrait à l'humanité d'atteindre un meilleur niveau de santé, de bien-être, de dignité et de subsistance – au lieu de s'en éloigner.

## Repenser les systèmes alimentaires

En réponse à l'ensemble des problèmes liés à la sécurité alimentaire, la communauté scientifique et les décideurs politiques ont été encouragés à repenser plus largement le système alimentaire au lieu de se concentrer uniquement sur la production agricole. Il ne s'agit plus simplement de cultiver des aliments : il faut apporter les bons produits au bon endroit, s'assurer qu'ils contribuent à la santé publique, changer les modes de consommation vers des choix plus nutritionnels, et garantir la durabilité écologique et sociale ainsi que la résilience de nos systèmes alimentaires.

Si le concept élargi de « système alimentaire » ne cesse d'évoluer depuis les années 1960, une approche plus globale de l'alimentation a gagné du terrain auprès des chercheurs et des décideurs en seulement quelques années. En 2017, notamment, un rapport du Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a produit un changement de paradigme : il appelle les scientifiques à étudier l'ensemble des aspects liés « à la production, au traitement, la distribution, la préparation et la consommation de nourriture, ainsi que les résultats de ces activités, notamment les conséquences sur l'environnement ».<sup>9</sup> Les scientifiques et les parties

prenantes travaillent aujourd'hui de concert pour produire les connaissances nécessaires à la gestion du nexus eau-énergie-agriculture.<sup>10</sup>

Cette approche globale pourrait s'avérer efficace pour le développement de solutions systémiques.

En Inde, par exemple, des interactions complexes entre des subventions, l'utilisation d'énergies renouvelables et la production alimentaire ont provoqué une crise de l'eau. Face à l'explosion démographique, le gouvernement indien a subventionné le coût de l'électricité nécessaire au pompage de l'eau agricole ; les pompes à énergie solaire sont devenues extrêmement populaires. Le développement de l'agriculture irriguée aurait permis une séquestration accrue du carbone dans le sol, ce qui pourrait contribuer à l'atténuation du réchauffement climatique.<sup>11</sup> Mais à cause du manque d'incitations financières et de technologies avancées d'irrigation, les agriculteurs n'ont pas été en mesure d'utiliser l'eau à bon escient ou de la conserver. Par conséquent, l'exploitation des nappes phréatiques a augmenté de 500 % en 50 ans.<sup>5</sup> Heureusement, les nouvelles politiques de gestion qui restreignent l'utilisation de l'électricité pour l'irrigation ont permis de reconstituer les aquifères à l'ouest et au sud de l'Inde.<sup>12</sup>

L'hydroélectricité offre un autre exemple de la nécessité de réfléchir de manière globale. Des milliers de barrages ont été construits partout dans le monde pour produire de l'hydroélectricité tout en gérant l'eau d'irrigation et en prévenant les inondations. Mais cela peut aussi perturber les cycles hydrologiques et redistribuer les ressources hydriques d'une manière politiquement contestable. Une étude récente sur la multiplication des grands barrages dans le bassin du fleuve Mékong met par exemple au jour des fluctuations majeures du débit des affluents, « ce qui pèse fortement sur les cultures, le bétail, les poissons et les moyens de subsistance en aval ».<sup>13</sup>



Inondation du bassin hydrographique de la Tongue River dans les comtés de Pembina et Cavalier, dans le Dakota du Nord, le 23 mai 2013.

### La consommation de viande

Du point de vue de la santé de notre planète, il ne fait pas de doute qu'un régime alimentaire à base de plantes serait bien meilleur que les régimes actuels, en particulier dans les contextes occidentaux. Le récent rapport sur l'utilisation des terres<sup>14</sup> du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) souligne que la réduction de la consommation de viande et de produits d'origine animale partout dans le monde pourrait significativement réduire les émissions de gaz à effet de serre, tout en libérant de la terre pour cultiver des fruits et des légumes ou pour d'autres usages tels que la restauration des écosystèmes. Le rapport du GIEC précise que 58 % de l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre de notre système alimentaire provient des produits d'origine animale, dont 85 % des bœufs et des agneaux. En effectuant une moyenne mondiale, le rapport montre que dans un cas de figure extrême, en éliminant complètement les produits d'origine animale de nos régimes alimentaires d'ici 2050, nous pourrions éviter 8 gigatonnes (Gt) d'émissions de gaz à effet de serre par an. Limiter la consommation de viande ou de produits marins à une fois par mois permettrait d'atteindre cet objectif aux trois quarts.

La réduction de la consommation de viande aurait des implications positives profondes pour les écosystèmes. Depuis 1970, environ 20 % de la forêt amazonienne brésilienne a été détruite – principalement pour faire de la place à l'élevage du bétail et à la production de soja, dont 80 % est consacrée à la nourriture des animaux (principalement les cochons). La réduction de la consommation de viande libérerait aussi directement de la nourriture : la production d'un kg de viande nécessite jusqu'à 9 kg de céréales. Ne plus donner de nourriture humaine à des animaux présente de nombreux avantages. Simultanément, certains animaux peuvent manger des plantes indigestes pour l'Homme, et les pâturages peuvent être bénéfiques aux écosystèmes de prairies.

En ce qui concerne nos besoins nutritionnels, les produits d'origine animale fournissent de fortes quantités de nutriments essentiels facilement absorbés par l'organisme et contribuent à prévenir la malnutrition, en particulier dans les communautés rurales ou pauvres qui ne peuvent pas toujours avoir accès à ces nutriments ailleurs. Certains nutriments, comme la vitamine B12, sont inexistantes dans les plantes et doivent donc être consommés via des aliments d'origine animale. Néanmoins, la consommation excessive de ces aliments contribue à l'apparition de maladies cardiovasculaires et de certains types de cancer.<sup>15</sup>

La question de savoir qui mérite d'avoir une alimentation riche en viande soulève aussi des problèmes éthiques. Aujourd'hui, la viande, le lait et les œufs (avec l'huile et le sucre) représentent 29 % des apports caloriques dans les pays en développement, mais 48 % de ceux des pays industrialisés.<sup>5</sup> Les pays qui se développent rapidement comme la Chine ou le Brésil ont vu leur consommation de viande par habitant doubler ou tripler depuis 1990, tandis qu'elle reste relativement stable aux États-Unis et en Europe. S'il faut réduire la consommation mondiale de viande, qui devra en retirer le plus de son menu ?

Il n'y a pas de régime alimentaire unique parfait pour les humains et la planète. La question reste controversée. En février 2019, un rapport a été publié dans la revue médicale The Lancet, en coopération avec EAT Forum, une organisation non gouvernementale basée en Norvège,



## PRODUITS MARINS

Le poisson et les produits marins représentent environ 20 % de la consommation de protéines animales dans le monde, et leur part continue de croître. La consommation de poissons a progressé d'environ 3 % par an entre les années 1960 et les années 2010 – soit un peu plus que la hausse de la consommation d'animaux terrestres.<sup>21</sup>

Une part croissante de ces produits marins ne provient plus de stocks de poissons sauvages, mais de l'aquaculture. Dans les années 1960, l'aquaculture ne représentait qu'une toute petite partie des 50 millions de tonnes de produits marins consommés. En 2015, elle avait produit plus de la moitié des 170 millions de tonnes consommées.<sup>21</sup>

L'aquaculture apporte son lot de problèmes environnementaux allant de la concentration excessive de nutriments et d'antibiotiques dans l'eau à la propagation de maladies et de poux de mer aux poissons sauvages. Simultanément, les stocks de poissons sauvages sont sous pression. Entre 1975 et 2015, le pourcentage de stocks en surpêche est passé de 10 % à plus de 30 %.<sup>21</sup> Le changement climatique et le réchauffement des océans poussent les stocks sauvages de poissons en dehors de leurs lieux de pêche traditionnels – cela pourrait avoir des conséquences profondes, en particulier dans le Pacifique Sud, où le thon s'éloigne des eaux côtières et des zones économiques exclusives des pays insulaires.

Des organisations comme le Marine Stewardship Council s'efforcent de rendre la pêche plus durable tandis que des dispositifs innovants sont apparus pour rendre l'aquaculture plus efficace.<sup>22</sup> Les coquillages peuvent par exemple être élevés à côté des poissons afin d'absorber l'excès de nutriments, et le varech cultivé pour diminuer l'acidité des eaux locales, favorisant ainsi les exploitations conchylicoles. Ces projets présentent des bénéfices environnementaux tout en proposant des produits très utiles à notre alimentation en tant que source alternative d'acides gras.

afin de développer un système alimentaire sain et durable. Le rapport de 46 pages<sup>16</sup> décrit un « régime alimentaire sain pour la planète » à forte teneur en plantes et céréales complètes et faible teneur en produits d'origine animale et transformés. Ce régime impliquerait de diviser par deux la consommation mondiale de viandes rouges et de sucres et de doubler la consommation de fruits secs, de fruits, de légumes et de légumineuses. Ce changement serait certainement bénéfique pour la santé publique, mais il impliquerait une évolution radicale, et parfois irréaliste, des habitudes alimentaires actuelles.

Si le plan du EAT Forum a reçu beaucoup d'attention et de soutien, il a également été critiqué par les lobbyistes de l'agriculture animale, des organisations internationales et des membres de la communauté scientifique. Certains craignent qu'un passage massif vers ce régime alimentaire provoque la destruction de millions d'emplois liés à l'élevage et la disparition de certains régimes traditionnels. De plus, une analyse récente a montré que près de 2 milliards de personnes n'auraient pas les moyens de se nourrir de cette façon.<sup>17</sup> Quoi qu'il en soit, il est urgent de mieux envisager les compromis entre la nutrition et les conséquences sociales, environnementales et économiques de notre système alimentaire.

### Coup de projecteur sur les solutions

Plusieurs programmes, politiques et autres initiatives innovantes sont apparus ces dernières années, témoignant d'un véritable potentiel de changement. Les agriculteurs européens, par exemple, sont désormais soumis à des règles en matière de verdissement. Dans le cadre de ce système, les pays de l'Union européenne doivent consacrer 30 % de leur aide au revenu à trois pratiques : diversifier les cultures, maintenir des prairies permanentes et consacrer 5 % des terres arables à des zones bénéfiques pour la biodiversité, par exemple des haies ou des terres mises en jachère. Dans la période allant de 2007 à 2013, plus de 7,5 milliards EUR de fonds publics ont contribué à la gestion de plus de 13 millions d'hectares de terres au Royaume-Uni, encourageant ainsi des méthodes de culture qui renforcent la biodiversité, protègent les nappes phréatiques et améliorent la qualité des sols.

Dans d'autres parties du monde, des initiatives à grande échelle et à long terme ont été mises en œuvre, notamment la politique de reboisement du gouvernement chinois incitant les agriculteurs à remettre les terres cultivées en pente ou marginales dans leur état naturel afin de réduire l'érosion des sols et les pertes en carbone. En 2017, près de 28 millions d'hectares de terres cultivées et de terres classées comme stériles ou dégradées avaient été convertis en forêts,

contribuant à hauteur de 25 % aux efforts de reboisement mondiaux entre 2000 et 2017.<sup>11</sup>

Près de 30 % de la nourriture produite dans le monde finit à la poubelle selon la FAO. La FAO estimait en 2013 que l'empreinte carbone des pertes et gaspillages dans le monde, sans compter les émissions de gaz à effet de serre dues aux changements d'affectation des terres, représentait 3,3 gigatonnes (Gt) d'équivalent CO<sub>2</sub> : soit 8 à 10 % des émissions mondiales de 2018. En 2013, le Programme des Nations unies pour l'environnement et la FAO lançaient une campagne intitulée « Think. Eat. Save. » proposant des boîtes à outils et des infographies pour changer les comportements aussi bien au niveau institutionnel qu'individuel. En Chine, le gouvernement a promu l'« opération assiettes vides » visant à restreindre les gaspillages liés aux banquets somptueux et aux commandes excessives dans les restaurants.

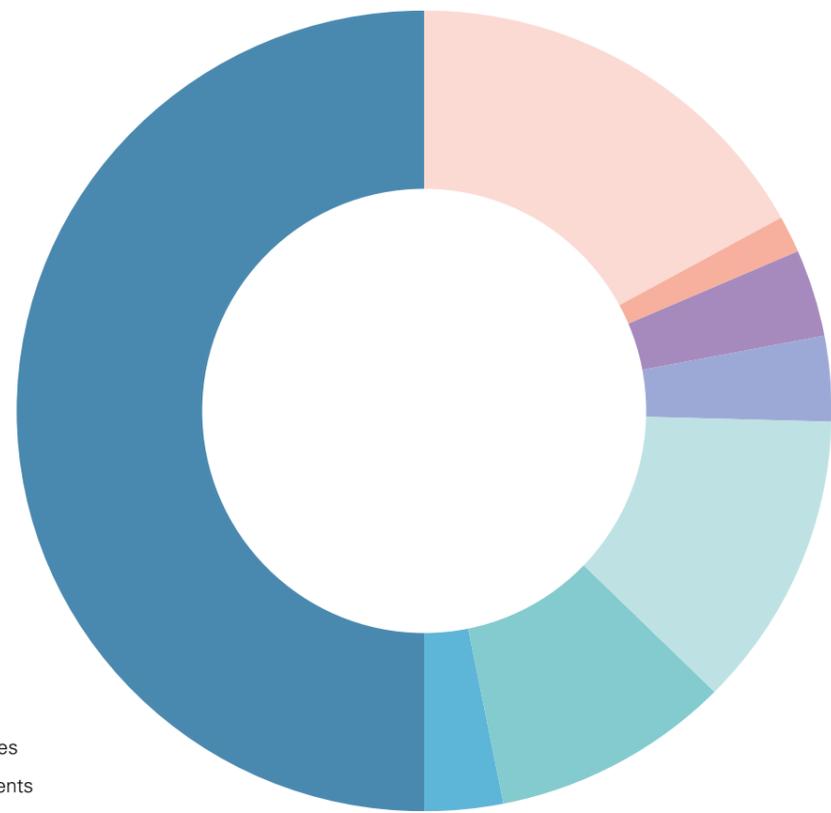
D'autres adoptent des approches innovantes pour encourager les sources de protéines plus durables que le bétail. Si les insectes sont aujourd'hui très largement absents des étals des supermarchés en dehors de l'Asie, le marché des protéines d'insecte pourrait peser un milliard USD d'ici 2025.<sup>18</sup> Les autres alternatives à la viande comprennent le soja ou la viande synthétique, bien que le caractère durable de cette dernière fait encore débat.

Les technologies comme l'imagerie satellite, les drones, les senseurs et les microcontrôleurs connectés via l'internet des objets permettent dorénavant aux agriculteurs de distribuer précisément et en temps voulu l'eau, les engrais, les pesticides et les insecticides nécessaires. Bien que les technologies agricoles intelligentes existent depuis plusieurs décennies, les récentes avancées ont permis une utilisation plus large de ces dernières. Il a été prouvé à travers des études de terrain que l'agriculture de précision enrichit les sols<sup>19</sup> tout en maintenant les profits.<sup>20</sup>

Des efforts importants sont également consacrés à la modification génétique de certaines cultures, dont le riz, pour augmenter les rendements et les apports nutritionnels, en particulier dans un contexte de changement climatique. On ignore cependant encore largement les impacts écologiques, économiques et sanitaires à long terme des cultures génétiquement modifiées.

Les organisations multilatérales adoptent une approche plus systémique de l'alimentation et organisent des processus de consultation impliquant différents acteurs. En octobre 2018, par exemple, le Comité de l'agriculture de la FAO a invité la FAO à mener les efforts d'élaboration de codes de conduite volontaires sur les pertes et le gaspillage alimentaires d'ici octobre 2020. Cette initiative a pour ambition de suivre les traces du Code de conduite pour une pêche responsable de la FAO, adopté en 1995 et devenu depuis un document de référence.

L'idée selon laquelle il est urgent de mettre en place un système alimentaire plus durable gagne du terrain partout dans le monde. Mais les opinions varient encore sur ce qu'il convient de changer, comment il faut le changer, et qui doivent être les acteurs clés de ce changement. Il n'existe pas de consensus sur l'aspect, l'odeur ou le goût d'une nourriture durable, ni même sur les moyens de mesurer cette durabilité. Tout le monde en revanche admet que l'alimentation est essentielle pour la survie humaine et la durabilité, et qu'elle doit être assurée quelle que soit la complexité des défis à surmonter.



- Céréales entières
- Légumes féculents
- Produits laitiers
- Protéines d'origine animale
- Protéines d'origine végétale
- Huiles végétales insaturées
- Sucres ajoutés
- Fruits et légumes

### Un régime de santé planétaire

Le rapport EAT-Lancet a conclu qu'une alimentation saine devrait être pour moitié constituée de fruits et de légumes, avec seulement une quantité facultative et modeste de protéines animales. *Source : Willett et al. 2019*

S'IL FAUT  
RÉDUIRE LA  
CONSOMMATION  
MONDIALE  
DE VIANDE,  
QUI DEVRA  
EN RETIRER  
LE PLUS DE  
SON MENU ?



TRANSFORMATION

# COMMENT INITIER UN CHANGEMENT RADICAL

**Sandra Waddock**

Carroll School of Management,  
Boston College, États-Unis

**Steve Waddell**

SDG Transformations Forum, États-Unis

**Bruce Goldstein**

Programme d'études  
environnementales, Université du  
Colorado à Boulder, États-Unis

**Björn Ola-Linnér**

Programme Environmental Change  
et département d'études thématiques,  
Université de Linköping, Suède

**Niko Schäpke**

Département de l'espace, de la Terre  
et de l'environnement, Université  
de technologie de Chalmers, Suède

**Coleen Vogel**

Global Change Institute, Université  
du Witwatersrand, Afrique du Sud



**En 2015, plus de 150 dirigeants mondiaux se sont retrouvés pour mettre en place le Programme des Nations unies pour le développement durable à l’horizon 2030 autour d’une phrase clé : « transformer notre monde ». Les 17 objectifs de développement durable (ODD) sur lesquels ils se sont accordés représentent rien de moins qu’un « plan d’action pour l’humanité, la planète, la paix et la prospérité » : un programme ambitieux visant à mettre fin à la pauvreté extrême, lutter contre les inégalités et protéger l’environnement, entre autres objectifs.**

Les ODD marquent une évolution par rapport aux tentatives précédentes d’influencer la manière dont l’humanité répond aux défis contemporains. Compte tenu des bouleversements environnementaux rapides, et notamment du changement climatique, le cri de ralliement portait principalement sur l’« adaptation et la résilience » – donner à nos sociétés la capacité d’endurer les chocs et de s’adapter à de nouvelles conditions de vie. Mais nous constatons de plus en plus que pour beaucoup, s’adapter ne suffit pas ; les êtres humains ne veulent pas simplement survivre face au changement, ils veulent prospérer. Cela passe par une transformation globale de nos sociétés.

« Transformation » est devenu le maître-mot des médias et des responsables politiques du monde entier. Il apparaît plus de 300 fois dans le rapport spécial sur le réchauffement planétaire de 1,5 °C<sup>1</sup> du Groupe d’experts intergouvernemental sur l’évolution du climat (GIEC) – presque une page sur deux. Le « Rapport Planète Vivante 2018 »<sup>2</sup> du Fonds mondial pour la nature (WWF) affirme pour sa part que nous sommes « sur le point de connaître une transformation historique ».

Mais qu’est-ce qu’au fond qu’une *transformation* ? Elle peut être définie comme « un ensemble de changements profonds, durables, non linéaires et systémiques, impliquant généralement des processus sociaux, culturels, technologiques, politiques, économiques et/ou environnementaux »<sup>3</sup> En d’autres termes, le monde tel que nous le connaissons change profondément. Plus important, ces changements ne passent pas par l’incrémentalisme ou la réforme, deux méthodes qui permettent aux pratiques, objectifs et structures existants de rester en place. La transformation, au contraire, entraîne une évolution des normes et hypothèses fondamentales. Contrairement à la « transition », qui suppose le déplacement d’un endroit à un autre, la « transformation » implique une réinvention complète de forme ou de structure – comme la métamorphose d’une chenille en papillon.

Parfois, les transformations sont involontaires – comme le changement climatique, ou la disparition de près d’un million d’espèces. Certaines technologies ou révolutions sociétales – comme le développement de l’intelligence artificielle – peuvent susciter la transformation, mais personne ne décide en quoi elle va consister ou quels doivent en être les objectifs. D’autres transformations sont intentionnelles, comme la fin de l’apartheid en Afrique du Sud ou la légalisation du mariage homosexuel.

Les ODD nécessitent une transformation volontaire. Nous devons repenser comment nous concevons nos

économies et faisons des affaires ; comment nous produisons et distribuons la nourriture que nous mangeons – et même ce que nous mangeons ; comment nous concevons et construisons nos maisons, lieux de travail et communautés ; et comment nous nous rendons d’un endroit à un autre. Mais surtout, nous devons transformer la manière dont nous interagissons entre nous et avec la nature. La transformation doit réaligner les activités humaines de toutes sortes avec la réalité de ce que notre planète peut supporter.

La transformation volontaire est difficile. La complexité innée de notre monde signifie que la trajectoire du changement ne peut pas être entièrement planifiée ou contrôlée ; il y a toujours des événements imprévus. Les transformations systémiques sont source de stress et font intervenir des acteurs et des points de levier multiples. Les actions entreprises dans une partie du système se propagent comme des ondes et créent des effets secondaires involontaires. Tout le monde parle du fameux « point de basculement », mais il est très difficile de le déterminer à l’avance, et même parfois rétrospectivement. Plus important encore, les transformations détruisent littéralement les systèmes existants lorsqu’elles en créent de nouveaux ; et nombreux sont ceux qui s’accrochent au confort et à la familiarité d’une situation antérieure.

L’objectif consiste alors à trouver une masse critique d’acteurs du changement pour se diriger de diverses manières vers le nouveau système tout en incluant l’ensemble des voix pertinentes dans la démarche. Au lieu de procéder à une planification rationnelle et linéaire, ces acteurs du changement doivent orienter la prise de décision dans la bonne direction (théorie du nudge), et reconnaître la complexité inhérente au système et au processus de transformation. C’est pourquoi l’horizon dessiné par les ODD est si important : il fournit un cadre permettant aux acteurs du changement d’aller dans la même direction, même s’ils agissent de manière indépendante. Comment les acteurs du changement peuvent orchestrer la transformation ou contribuer à son avancement ?

### Les règles du jeu

C’est là que les systèmes transformatifs (systèmes T) entrent en jeu. Un système T comprend toutes les initiatives visant à orienter le système du statu quo – qu’il s’agisse de soins de santé ou d’une zone géographique comme un bassin versant – vers un nouvel état. Ces initiatives peuvent opérer parallèlement au système existant, par exemple lorsqu’une entreprise traditionnelle du secteur de l’énergie ouvre une filiale n’émettant aucun carbone. Mais les systèmes T sont centrés sur le changement et l’innovation, alors que le statu quo met l’accent sur la production et l’administration. Ces systèmes ont besoin d’une identité, de compétences et d’une organisation de l’espace spécifiques pour fonctionner. Les transformations fluides assurent de nombreuses connexions entre les deux systèmes.

Les systèmes T sont peu reconnus et étudiés – il s’agit d’un champ nouveau. Cela signifie que les acteurs de la transformation doivent souvent se débrouiller sans cohérence ni orientation, avec des efforts fragmentés partant dans différentes directions.

L’une des tâches de ceux qui étudient les systèmes T consiste à identifier des moyens productifs de soutenir la transformation volontaire. Donella Meadows, spécialiste de l’environnement et auteur principal des *Limites à la croissance*, ouvrage pionnier du mouvement écologiste, identifie plusieurs points de levier ou « lieux d’intervention

dans un système ».<sup>4</sup> Meadows estime que le meilleur point de levier réside dans la capacité à transcender les paradigmes ou les mentalités – les histoires que nous nous racontons sur notre identité, nos désirs et ce que nous considérons comme normal (*voir l’encadré « Changer les mentalités vis-à-vis du plastique »*).

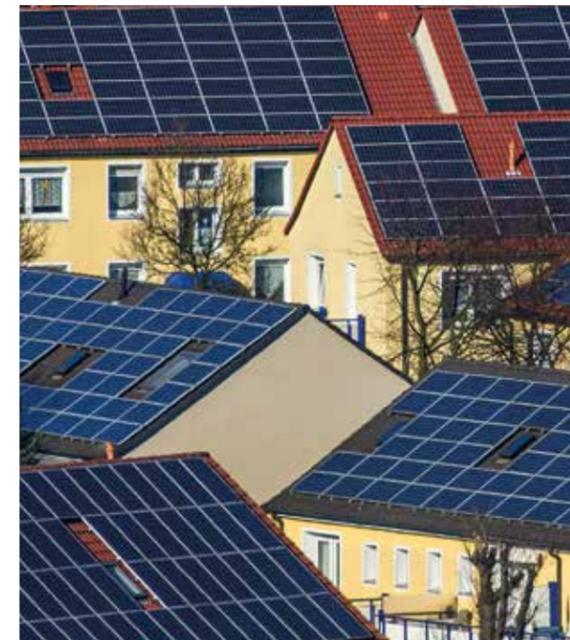
Un autre puissant levier de changement consiste à reconsidérer les objectifs d’un système, et les ODD sont extrêmement utiles à cet égard. Les transformations volontaires sont renforcées lorsque les acteurs partagent des aspirations bien définies, comme celles proposées par les ODD. Il existe d’autres leviers, notamment les modes opératoires du système, à savoir les règles du jeu déterminant entre autres qui a le pouvoir et comment il l’exerce. Par exemple, pendant de nombreuses années, les entreprises du tabac ont contrôlé l’information sur les effets néfastes du tabagisme. Aux États-Unis, il aura fallu attendre une décision de l’Administrateur de la santé publique, puis de nombreuses villes, pour oser s’attaquer à cette pratique omniprésente et commencer à interdire de fumer dans les lieux publics (*voir l’encadré « Points de levier »*).

Les systèmes T se développent généralement par étapes. Au départ, les initiatives individuelles de changement comprennent divers acteurs travaillant sur des échelles relativement restreintes. Cette étape préliminaire se concentre sur la création d’espaces sécurisés ou de niches pour expérimenter des innovations radicales. Les niches efficaces permettent d’apprendre sans sanctionner trop durement les échecs.

En Allemagne, par exemple, le passage aux énergies renouvelables, en particulier le solaire, a été baptisé *Energiewende* (transition énergétique). Le terme a été introduit dans les années 1980 par l’Öko-Institut qui appelait à une sortie complète du nucléaire et des énergies fossiles. Pendant longtemps, l’*energiewende* s’est attaqué à un modèle de production vieux d’un siècle et protégé par des intérêts bien ancrés avec plus ou moins de succès. En 1991, une loi de financement a permis de sortir les éoliennes et les panneaux solaires de la phase expérimentale pour en généraliser l’usage ; des lois ultérieures ont prévu la suppression progressive de toutes les centrales nucléaires. En 2010, l’Allemagne a voté une loi

imposant 80 à 95 % de réduction des gaz à effet de serre d’ici 2050 par rapport au niveau de 1990. Ces initiatives ont eu de nombreuses ramifications transformatrices. En 2011, par exemple, la société d’ingénierie Siemens a annoncé sa sortie complète de l’industrie nucléaire, et le géant de la production énergétique E.ON a déclaré mettre fin à la production d’électricité à partir du nucléaire et du charbon. Si certains ont accusé l’Allemagne de ne pas être restée ferme sur ses engagements, le pays produisait tout de même 54,5 % de son électricité à partir de sources renouvelables en mars 2019.

## S’ADAPTER NE SUFFIT PAS



*Les panneaux solaires sont devenus courants pour les résidences particulières en Allemagne.*

Pour reprendre le terme inventé par le futurologue américain Alvin Toffler, certaines entreprises du secteur énergétique ont commencé à qualifier les ménages et les fermes équipés de panneaux solaires et d’éoliennes de « prosommateurs » – à la fois producteurs et consommateurs. Les expériences de financement de l’énergie produite par les prosommateurs ont mobilisé des investissements pour les énergies renouvelables et permis à de nombreux autres ménages d’adopter cette nouvelle technologie, ce qui a fait des sources renouvelables la forme de production énergétique la plus rentable dans bien des régions. En 2016, un rapport allemand notait les prémisses d’une transition majeure dans le secteur énergétique : à l’époque, près de 46 % de la production d’énergies renouvelables provenait de diverses formes de participation citoyenne (les prosommateurs). Mais la transformation ne s’est pas faite sans obstacle. Certains observateurs ont critiqué les subventions accordées par l’*energiewende* et

plusieurs grandes entreprises énergétiques européennes résistent encore au changement.

La lutte pour le mariage homosexuel aux États-Unis nous permet également de voir les différentes étapes de la transformation. À la fin des années 1960 et au début des années 1970, les actions se concentraient sur les marches des fiertés et la promotion des droits des homosexuels. Plus tard, les militants se sont efforcés de faire évoluer les mentalités autour des notions d’amour et d’engagement, ainsi que les droits des familles quel que soit le genre des parents. Au début des années 2000, les acteurs du système T ont délibérément poursuivi un agenda politique dans les tribunaux, via les médias et par d’autres moyens pour

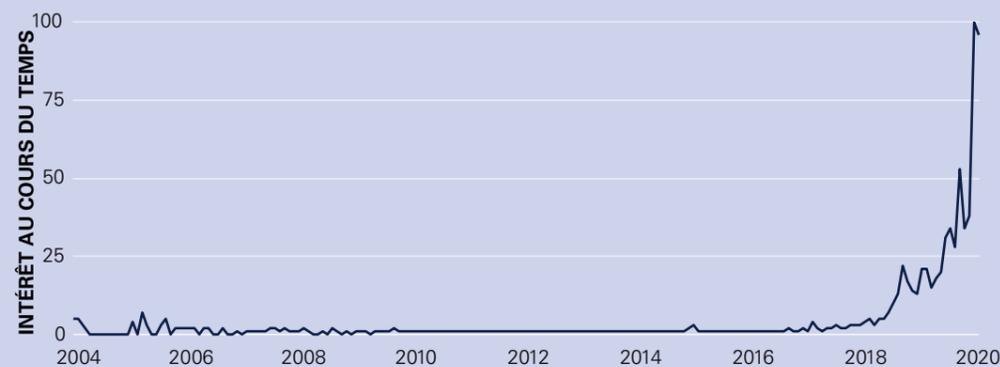
# CHANGER LES MENTALITÉS VIS-À-VIS DU PLASTIQUE

Le plastique a connu un immense succès dans les années qui ont suivi la Seconde Guerre mondiale, faisant alors figure de matériau miracle amené à remplacer les matériaux naturels telles que l'acier, le bois, le verre et le papier. La fameuse réplique du film qui a révélé Dustin Hoffman en 1967, Le lauréat, résume bien ce que ses partisans pensaient à l'époque : « L'avenir est dans le plastique ! » Son image s'est rapidement ternie, cependant (comme le reconnaît le personnage joué par Hoffman). Le plastique est devenu synonyme de production de masse bon marché. Dès les années 1960, on trouve des débris de plastique dans les océans. Aujourd'hui, sur les 300 millions de tonnes produites chaque année, la grande majorité finit dans des décharges ou des cours d'eau.

L'engouement des entreprises pour cette matière, à la fois peu chère et flexible, a provoqué une explosion des plastiques à usage unique : couverts et assiettes jetables, sacs, emballages et conteneurs de boissons, les bouteilles d'eau en particulier. On estime que 500 milliards de

sacs en plastique sont fabriqués tous les ans – pour une durée d'utilisation moyenne de 15 minutes. Plus de 100 milliards de boissons dans des bouteilles en plastique ont été vendues rien qu'aux États-Unis en 2014 – soit 315 bouteilles par personne.

La prise de conscience généralisée des problèmes liés aux déchets plastiques commence à peine à émerger : Google Trends, qui permet de connaître la fréquence à laquelle un terme a été tapé dans le moteur de recherche, montre que le terme « plastique à usage unique » grimpe constamment depuis 2017. Les Nations unies ont rapporté en 2018 que près de 27 pays avaient interdit ou restreint l'utilisation des plastiques à usage unique. En juin 2019, le Vermont est devenu le premier État américain à interdire tous les plastiques à usage unique, des pailles aux sacs des magasins (à partir de 2020). De même, le Canada a annoncé un plan pour interdire ces plastiques dans tout le pays d'ici 2021. Les graines de la transformation ont été plantées.



## Sensibilisation croissante

Les recherches Google sur le terme « plastique à usage unique » sont de plus en plus fréquentes. Source : Google, 2019. Note: Les données représentent l'intérêt de recherche relative au plus haut point sur le graphique pour une région et période de temps données. La valeur de 100 représente la plus grande popularité pour l'expression. La valeur de 50 indique que l'expression est deux fois moins populaire. Une valeur de 0 indique qu'il n'y avait pas assez de données pour cette expression.

modifier les lois et règlements existants sur le mariage. Finalement, le Vermont a institué un pacte d'union civile en 2000. Puis en 2004, le Massachusetts est devenu le premier État à autoriser le mariage homosexuel. En 2015, après plusieurs nudges, la cour suprême des États-Unis a obligé tous les États à reconnaître et autoriser les mariages homosexuels.<sup>5</sup>

## Quatre stratégies

Les systèmes T comprennent quatre stratégies distinctes.<sup>6</sup> Une part essentielle de la transformation consiste à secouer le statu quo avec une stratégie de « combat ». Les organisations militantes comme Extinction Rebellion (XR) perturbent et déstabilisent le système actuel pour créer des fenêtres d'opportunité permettant aux alternatives radicales de s'installer et de prospérer. XR, fondée en 2018 au Royaume-Uni par un groupe d'universitaires, essaye de restructurer le débat sur le réchauffement du climat en déclarant haut et fort : « il est urgent d'agir ! ». XR tire son inspiration d'efforts de transformation passés comme celui du mouvement d'indépendance de l'Inde et du Mahatma Gandhi.

En 2019, le journal britannique *The Guardian* rapportait que des progrès significatifs avaient été accomplis sur les trois demandes de XR, à savoir tenir un discours de vérité sur la gravité et l'urgence des crises, atteindre zéro émission en 2026 et créer une assemblée citoyenne.<sup>7</sup> Sur le discours de vérité, XR a convaincu plusieurs responsables politiques britanniques de reconnaître le réchauffement climatique comme la plus grande menace pesant sur l'humanité. Concernant les émissions, XR a persuadé le Comité pour le changement climatique au Royaume-Uni de réviser ses cibles d'émissions, notamment en atteignant zéro émission nette d'ici 2050 et non 80 % de réduction comme prévu initialement. XR a eu (au moment où nous écrivons ces lignes) moins de succès avec sa troisième demande concernant la création d'une assemblée citoyenne ; mais nous n'en sommes qu'au début.

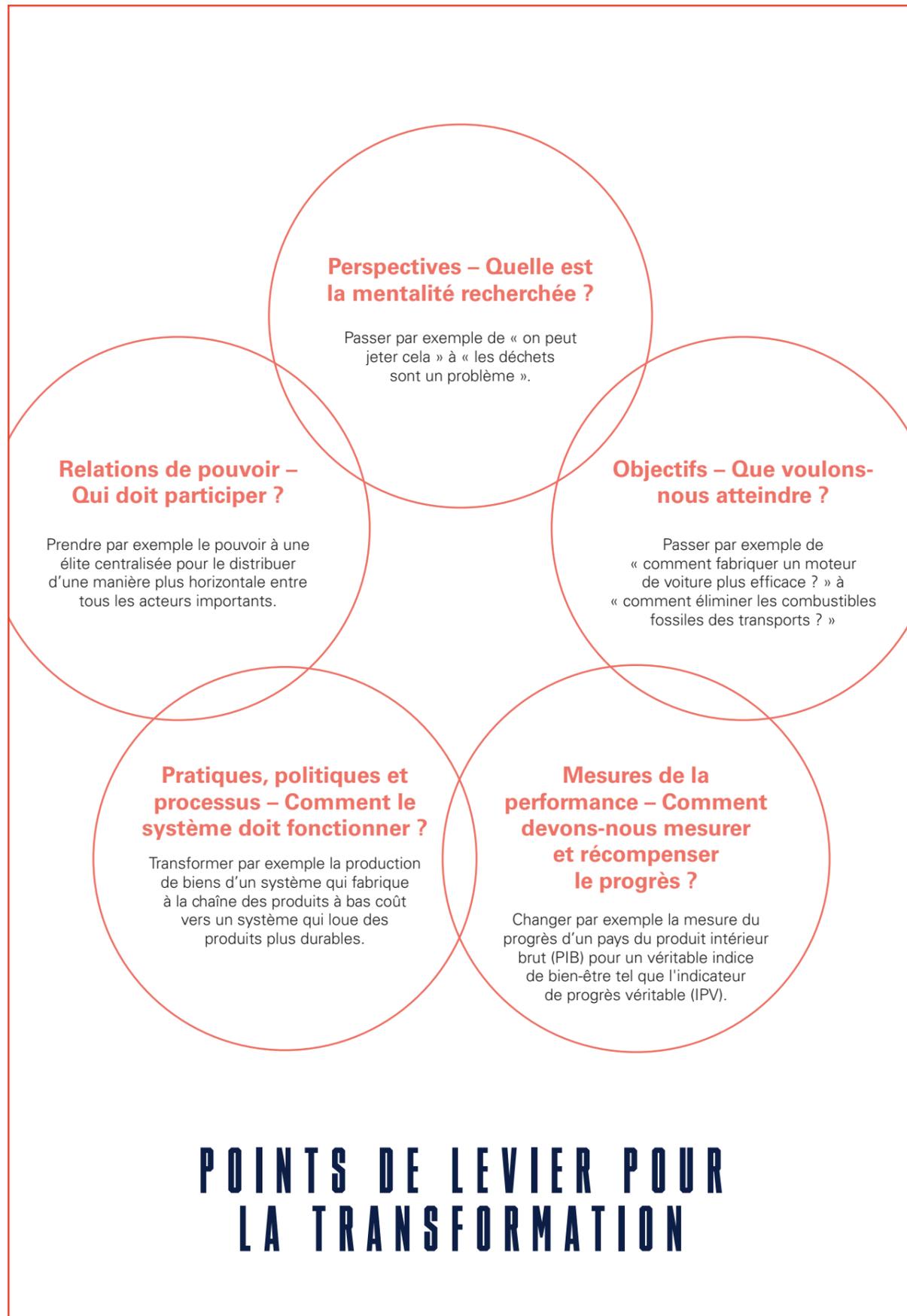
La seconde stratégie, dite de « séduction », adoptée notamment par le Forest Stewardship Council (FSC), associe plusieurs acteurs. Le FSC est une organisation non gouvernementale fondée en 1993 afin de promouvoir une gestion responsable des forêts dans le monde. Comme beaucoup d'efforts de transformation, il regroupe des partenaires qui n'ont pas l'habitude de se côtoyer : ici des écologistes, des militants sociaux et des entreprises. Conscient du pouvoir des marchés dans l'économie, le FSC a développé un nouvel ensemble de certifications pour la gestion responsable des forêts. Il a progressivement acquis le soutien d'organisations de protection de l'environnement comme le WWF, le Sierra Club, Greenpeace, le Natural Resources Defense Council et la National Wildlife Federation, qui ont à leur tour fait pression sur les entreprises du secteur forestier pour qu'elles s'alignent sur ses standards. Le FSC a utilisé son approche de certification et de labellisation pour créer un environnement concurrentiel où les entreprises sont incitées à obtenir un label environnemental pour améliorer leur image. Les résultats sont impressionnants : plus de 150 millions d'hectares de forêts sont certifiés dans le monde par le FSC, avec plus de 2 500 entreprises certifiées aux États-Unis.

La stratégie « entrepreneuriale » cherche à créer des petits exemples de niche du nouvel avenir. Cette stratégie a été utilisée par les agriculteurs bio, les écoles alternatives, les restaurants *farm-to-table* (de la ferme à la table), les monnaies locales, etc. Ceux qui utilisent cette stratégie peuvent avoir du mal à sortir du statut de niche.

La quatrième stratégie, celle du « missionnaire », est portée par des personnes travaillant au sein d'organisations du statu quo et qui sont déterminées à les transformer. Paul Polman, PDG d'Unilever (2009–2019), est l'un des représentants les plus emblématiques de cette stratégie. Il a mené une grande variété d'actions pour changer l'entreprise et ses processus de production, notamment en cofondant le Marine Stewardship Council pour promouvoir une pêche durable, en modifiant les critères de performance de l'entreprise pour inclure des mesures de durabilité, en supprimant le reporting trimestriel pour se concentrer sur les objectifs de long terme, et en achetant des entreprises privilégiant le lien communautaire et la durabilité, comme le fabricant de glace Ben & Jerry's.

L'ensemble de ces stratégies peuvent interagir dans un système T comme l'Alliance pour le bien-être économique (Wellbeing Economy Alliance ou WEAll). Officiellement lancée en 2018, WEAll remet en question les grands principes qui sous-tendent les systèmes économiques dominants : la croissance économique perpétuelle est bonne et nécessaire ; le premier objectif de l'entreprise est de maximiser les revenus des actionnaires ; et les marchés doivent rester « libres », la fameuse « main invisible » corrigeant d'éventuels problèmes. WEAll contribue à faire changer les mentalités en connectant et reliant de nombreuses initiatives allant dans la même direction et en redéfinissant les principes de base d'une économie saine. Elle cherche à changer les règles du jeu, la pratique des affaires et les critères selon lesquels les pays jugent le succès économique. Les approches alternatives de WEAll et de ses organismes affiliés mettent l'accent sur ce que l'écologiste Hunter Lovins, l'une des fondatrices de l'Alliance, appelle une économie au service de la vie, à savoir une économie qui apporte dignité et bien-être pour tous, y compris aux êtres non humains.

LA TRANSFORMATION  
IMPLIQUE UNE  
RÉINVENTION  
COMPLÈTE DE FORME  
OU DE STRUCTURE



### Des étapes simples

La transformation et le changement de systèmes imposants paraissent souvent infaisables. Mais il est possible de les diviser en trois étapes bien plus abordables.

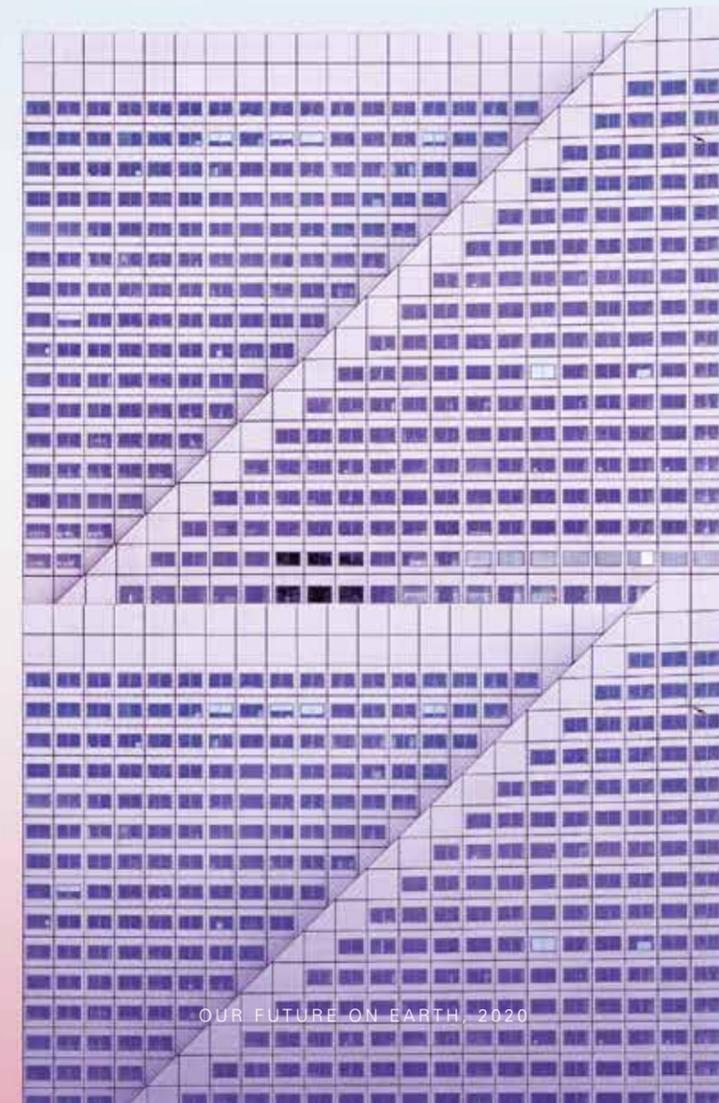
Premièrement, il est vital de voir véritablement le système se transformer, généralement en le cartographiant. La perception et la cartographie des systèmes peuvent s'effectuer par des moyens techniques, tels que la visualisation de données, ainsi que par des approches plus qualitatives et relationnelles permettant de rapprocher les parties prenantes. La seconde étape consiste à connecter les acteurs, dont la plupart ont des stratégies et des intérêts divergents, dans un système puissant apte à identifier les actions et expérimentations radicales pour atteindre les objectifs fixés. La troisième étape implique la mise en œuvre de ces actions – mais dans les faits, les trois étapes sont cycliques et interagissent constamment.

Pour qu'un système T soit efficace, des « gestionnaires » doivent guider les acteurs dans chaque étape. Le Southern Africa Food Lab (SAFL), fondé en 2009, joue ce rôle de gestionnaire en développant un système T local pour résoudre le problème de la faim. L'initiative a analysé le rôle des acteurs locaux dans les systèmes alimentaires, de l'agriculteur au revendeur, les a réunis et a encouragé

des actions telles que la diversification des réseaux d'achat des chaînes alimentaires pour y inclure des petits exploitants.

Le manque de structure formelle des systèmes T peut les rendre vulnérables et éphémères. Mais cela les rend aussi agiles : ils reposent sur une infrastructure institutionnelle souple et légère. Au contraire, le système du statu quo a tendance à résister au changement. La transformation rapide est confrontée à des attitudes du type « nous avons toujours fait comme cela », aux bénéfiques et aux pouvoirs que les individus retirent des façons d'agir traditionnelles, ainsi qu'aux infrastructures, à la bureaucratie et aux processus existants. C'est pourquoi les efforts de transformation commencent souvent dans des niches protégées pour prouver leur valeur avant de s'attaquer au paysage ou au régime institutionnel dans son ensemble.

La transformation volontaire de nos sociétés est une tâche difficile, complexe et confuse par nature. Il n'y a pas de solution simple ou de recette miracle. L'expérimentation et l'échec sont intimement liés au processus. Mais l'histoire nous montre qu'il est possible de changer volontairement des structures, des mentalités, des présupposés et des pratiques profondément ancrés. Reconnaître et comprendre les divers acteurs appartenant au système T peut contribuer à encourager ce type de changement.



# EXPLOITER LA TECHNOLOGIE POUR LE MEILLEUR

**Dirk Messner**

Président de la German Environment Agency ;  
Centre for Global Cooperation Research,  
Université de Duisbourg et Essen, Allemagne

**Asun Lera St. Clair**

DNV GL Group Technology and Research ;  
département des sciences de la Terre,  
Barcelona Supercomputing Center

**Nebojsa Nakicenovic**

The World in 2050 (TWI2050) Global Research Initiative,  
International Institute for Applied Systems Analysis, Autriche

**Amy Luers**

Future Earth, International



**Nous vivons une époque de progrès technologiques exponentiels. L'année dernière, un prototype de cœur a été imprimé en 3D pour la première fois. Un petit capteur, sous forme de gélule à avaler, peut filmer l'intérieur de l'intestin sans anesthésie. Simultanément, les assistants personnels intelligents comme Siri peuvent, au lieu d'obéir à des commandes simples, dialoguer avec l'utilisateur pour accomplir des tâches complexes comme prendre un rendez-vous. Et ce n'est que la partie émergée de l'iceberg.**

L'association de gigantesques ensembles de données, des capacités de calcul informatique et des nouvelles méthodes basées sur l'intelligence artificielle (IA), comme l'apprentissage automatique, accomplit des progrès inimaginables il y a encore peu de temps : les systèmes techniques deviennent aussi bons (voire meilleurs) que les humains pour reconnaître les visages et les voix, diagnostiquer des cancers, traduire des textes, écrire des articles de presse, composer de la musique ou peindre un tableau. En 2019, un système d'IA a même rédigé un ouvrage scientifique : un résumé

de 250 pages de plus de 1 000 articles de recherche sur les batteries lithium-ion. L'analyse de mégadonnées (big data) et les algorithmes rendent possibles les véhicules autonomes et les lignes de machines qui se réparent seules dans les usines. En octobre 2019, une équipe de recherche de Google a annoncé<sup>1</sup> que son ordinateur quantique était le premier à avoir effectué (en moins de trois minutes) des calculs qui auraient nécessité plus de 10 000 ans à un supercalculateur classique. L'informatique quantique va révolutionner l'IA en permettant d'analyser des données sans cesse plus nombreuses en un temps de plus en plus court.

Pourtant, en dépit de toutes ces révolutions technologiques, nous ne sommes toujours pas parvenus à exploiter la capacité à innover de l'humanité pour sauver la planète et créer des sociétés justes et équitables. Les évolutions technologiques ont principalement servi jusqu'à présent à stimuler la consommation, la croissance économique

et l'extraction de ressources et, par voie de conséquences, à mettre un peu plus la Terre sous pression, produire des effets négatifs pour les personnes vulnérables et exacerber les inégalités socio-économiques.

Rétrospectivement, il est étonnant de constater qu'en 2015, au moment de l'adoption du Programme 2030 et de l'accord de Paris, le numérique n'était pas du tout considéré comme un outil utile aux communautés durables (la seule mention du mot « numérique » dans les 35 pages du Programme 2030 fait état de la « fracture numérique » entre les personnes qui ont accès et celles qui n'ont pas accès aux technologies de l'information). Les pionniers du numérique et les partisans d'une transformation durable ne coopèrent pas encore suffisamment ;

ils n'apprennent pas systématiquement les uns des autres ; ils ne réfléchissent pas aux moyens de tirer parti des futurs cycles d'innovation pour créer une planète plus vivable ; et ils ne développent pas les concepts communs d'un avenir numérique durable. Si les débats sur les questions éthiques liées à l'IA vont bon train, il y a peu de discussions sur le déploiement de ces systèmes intelligents au service d'un développement durable et centré sur l'humain.<sup>2</sup> Il semble que la numérisation et la durabilité se croisent, mais ne se rencontrent pas. Cela a donné lieu à beaucoup d'occasions manquées.

La mise en œuvre du Programme 2030 pour le développement durable et de l'accord de Paris pour atténuer le changement climatique nécessitera des transformations fondamentales de nos sociétés et de nos économies (voir le chapitre « Transformation »). Nous savons que les émissions responsables du réchauffement devront atteindre un pic en 2020 et diminuer de moitié au cours de chaque décennie suivante jusqu'à atteindre zéro émission nette en 2050 (voir le chapitre « Climat »). Mais nous ne sommes pas du tout partis pour y arriver.<sup>3</sup> La révolution numérique peut et doit contribuer à cet objectif.

**Révolutions**

L'humanité a connu plusieurs transformations civilisationnelles. Durant la révolution néolithique, il y a environ 11 000 ans, les humains ont développé l'agriculture, et durant la révolution industrielle, il y a à peine 200 ans, nous avons exploité les



*Martin Wooster, professeur en sciences de l'observation de la Terre au King's College de Londres et au National Center for Earth Observation (NCEO), mesure la qualité de l'air dans une zone brûlée de Palangka Raya, dans la province de Kalimantan central.*

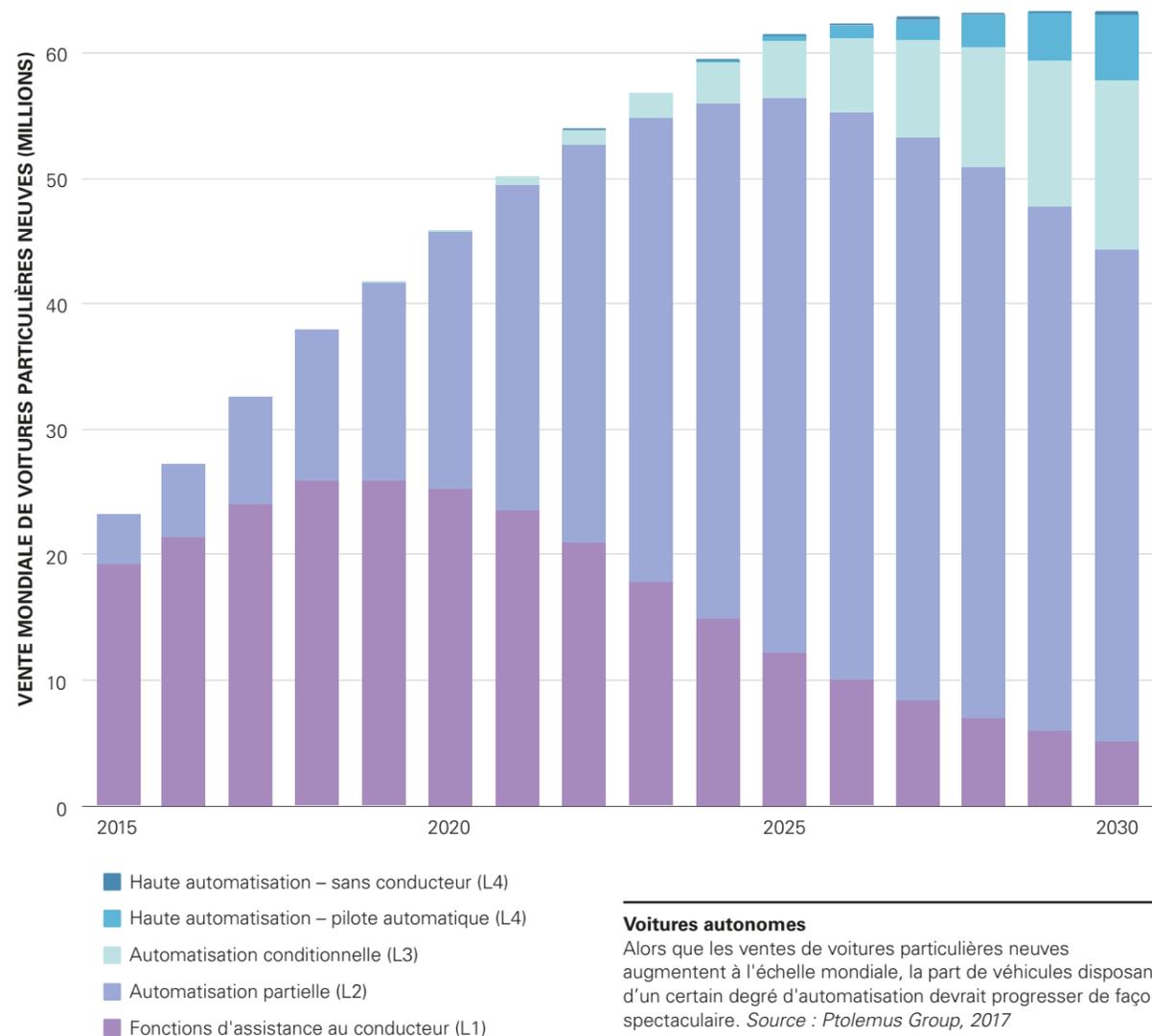
combustibles fossiles pour faire fonctionner des machines. Nous vivons actuellement la révolution numérique.

Ces révolutions ont entraîné une progression fulgurante des capacités humaines : les innovations nous ont permis de nous arracher à l'attraction terrestre pour aller sur la Lune, de développer les arts et l'architecture, de créer des systèmes sociaux complexes – le commerce international, la démocratie, les Nations unies – et d'atteindre des niveaux de compréhension toujours plus poussés de notre univers. Depuis 1900, la population humaine s'est multipliée par plus de quatre, l'espérance de vie à la naissance a plus que doublé et le nombre de personnes vivant dans la pauvreté extrême a reculé.<sup>4</sup> Mais ces progrès ont un prix : une pression sans cesse plus élevée sur les systèmes qui soutiennent notre planète, ainsi que d'immenses inégalités socio-économiques et de pouvoir.

À l'aube du XXI<sup>e</sup> Siècle, les chercheurs ont commencé à identifier une « grande accélération » des activités humaines et de la création de richesses<sup>5</sup> : la population, l'activité économique, l'utilisation d'engrais, la production énergétique, la fabrication de papier, les émissions de dioxyde de carbone, et bien plus encore, ont explosé au cours des dernières décennies (voir le chapitre «

Introduction »). Cela a commencé après 1945 pour les pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), avant de s'étendre dans les années 1990 aux économies émergentes comme la Chine, l'Inde et le Brésil. Cela a conduit le monde vers plusieurs « points de basculement »<sup>6</sup> : points au-delà desquels la modification infime d'une variable, comme le CO<sub>2</sub>, peut provoquer des changements immenses, voire catastrophiques, sur les systèmes terrestres qui soutiennent la vie humaine. Simultanément, des facteurs de stress ont érodé la cohésion sociale, donnant lieu à des réactions nationalistes et autoritaires (voir le chapitre « Politique »).

Au cours des dernières décennies, les innovations techniques ont permis d'adoucir certains effets de l'Homme sur notre planète, du moins lorsqu'ils sont calculés par habitant.<sup>4</sup> La superficie de terre nécessaire pour nourrir une personne, par exemple, a été divisée par deux grâce aux progrès de l'agriculture des 50 dernières années. La consommation d'eau par habitant a atteint un pic dans les années 1980 avant de redescendre lentement. La consommation mondiale de laine s'est stabilisée. Cependant, les émissions de gaz à effet de serre continuent de grimper, et comme la plupart des objets baissent de prix et gagnent en efficacité (notamment dans l'informatique



et les transports), l'humanité en utilise de plus en plus, ce qui se traduit par une consommation croissante de ressources. Une somme monumentale d'études montrent que l'augmentation de la population, de la production et de la consommation continue de menacer la stabilité de nombreux écosystèmes et structures sociales essentiels.<sup>7</sup>

Nous sommes au début d'une nouvelle vague de la révolution numérique – lancée par l'apprentissage automatique et les systèmes techniques autonomes – qui inonde tous les aspects de la société et peut avoir d'énormes répercussions. Depuis les années 1940, la vitesse de calcul des ordinateurs a été multipliée par plus de dix milliards. L'intelligence artificielle générale (IAG) – définie comme un système capable d'accomplir toute tâche cognitive au moins aussi bien que les humains – a longtemps été considérée comme une chimère. Plusieurs spécialistes estiment aujourd'hui que l'IAG pourrait être atteinte avant la fin du XXI<sup>e</sup> Siècle.<sup>8</sup>

Les systèmes pilotés par une IA assurent déjà une part croissante de la gestion du monde : ils décident à qui accorder des prêts, une assurance maladie ou un emploi ; ils suggèrent des cibles aux officiers de police en patrouille et des durées de peines de prison aux juges ; ils pèsent sur les décisions d'investissement. L'IA et l'apprentissage automatique posent des questions éthiques fondamentales sur la manière et le moment où les machines peuvent ou doivent remplacer ou soutenir les décisions humaines.<sup>9</sup>

Les innovations numériques changent complètement la donne : des marchés du travail à l'approche des systèmes planétaires, des démocraties à notre vision de la cognition – et même notre compréhension des êtres humains. Ces bouleversements engendreront une instabilité systémique qui rendra les efforts de gouvernance plus complexes.<sup>10,11,12</sup> L'étude, la compréhension et l'anticipation de l'avenir, des perturbations et des tendances façonnés par les innovations au cours des trois prochaines décennies constitueront des tâches indispensables pour s'engager vers des trajectoires numériques durables.

#### Du bon usage des innovations numériques

Le progrès technologique est une source de pression sur les systèmes terrestres et nos sociétés, mais il offre également des solutions.<sup>10,11,13</sup> L'intelligence artificielle, l'apprentissage automatique, les plateformes numériques, l'internet

des objets, la robotique, l'impression 3D, l'analyse des mégadonnées, les systèmes de surveillance virtuels et la blockchain – toutes ces innovations peuvent encourager des comportements durables, améliorer l'efficacité énergétique et l'utilisation des ressources, et générer des économies circulaires refermant la boucle de la production, du recyclage et de la réutilisation des matériaux. Elles peuvent être mises à profit pour créer un avenir sans émission et pour surveiller et protéger plus efficacement les écosystèmes mondiaux tout en renforçant les capacités humaines.

Nous ne sommes qu'à quelques clics de nouvelles réalités sociétales et économiques.

S'il n'y a pas de consensus sur les estimations exactes, un rapport récent suggère que le numérique pourrait directement contribuer à une réduction de 15 % des

émissions liées aux énergies fossiles d'ici 2030 ; les changements d'habitudes des consommateurs et des modèles économiques des entreprises ajouteraient 35 % de réduction supplémentaire.<sup>14</sup> Dans les systèmes énergétiques, la numérisation peut modéliser des facteurs tels que la demande, la production, la transmission et les coûts – autant d'étapes critiques pour intégrer des sources d'énergies décentralisées et variables, comme l'éolien et le solaire, dans un réseau fiable. La numérisation contribuera également à électrifier les zones rurales des pays en développement : dans le sillage du logiciel open source mis au point par la Banque mondiale visant à faciliter les plans d'électrification, Electrification Pathways, l'Université de Californie à Berkeley et le Massachusetts Institute of Technology élaborent des modèles qui aideront à déterminer le meilleur moyen d'électrifier les

régions isolées de pays comme l'Inde ou le Rwanda.

Des possibilités très encourageantes d'amélioration de l'efficacité énergétique et de réduction des émissions voient le jour grâce à l'application des technologies numériques au contrôle des systèmes destinés aux utilisateurs finaux dans les bâtiments, les transports et l'industrie.<sup>15</sup> Par exemple, selon un rapport de l'American Council for an Energy-Efficient Economy, l'utilisation de détecteurs de présence, de thermostats intelligents et de systèmes de contrôle de l'éclairage réduirait la consommation d'électricité dans les bureaux de 18 % en moyenne. Lorsque Google a expérimenté un système basé sur l'IA pour contrôler le refroidissement d'un de ses centres de données en 2016, il a diminué ses besoins

**NOUS NE SOMMES QU'À QUELQUES CLICS DE NOUVELLES RÉALITÉS SOCIÉTALES ET ÉCONOMIQUES**

# IL EST TEMPS AUJOURD'HUI DE CRÉER UN CHAMP UNIFIÉ DE LA DURABILITÉ NUMÉRIQUE

en énergie de 40 %. En Colombie, les cartes de transport intelligentes ont engendré une hausse de 56 % de l'utilisation des transports publics en un an. La révolution numérique pourrait créer des systèmes alimentaires plus efficaces en réduisant le gaspillage de nourriture et en améliorant la productivité agricole (voir le chapitre « Alimentation »).

La production massive d'images de notre planète – des petits appareils photos bon marché aux images haute résolution prises de l'espace – a permis de révéler ce qui était autrefois caché. Global Forest Watch, par exemple, est une application web open source utilisant des données satellites pour surveiller les forêts en temps réel et permettre à chacun partout dans le monde – citoyens, journalistes et décideurs – de constater l'emprise de la déforestation et des activités forestières illégales.

Le programme « AI for Earth » de Microsoft fournit quant à lui des outils numériques open source et des dons pour mettre la technologie au service des défis environnementaux, de l'identification du trafic maritime suspect pour la prévention des pêches illégales à l'application de l'IA aux données sur les sols pour rendre l'agriculture plus durable.

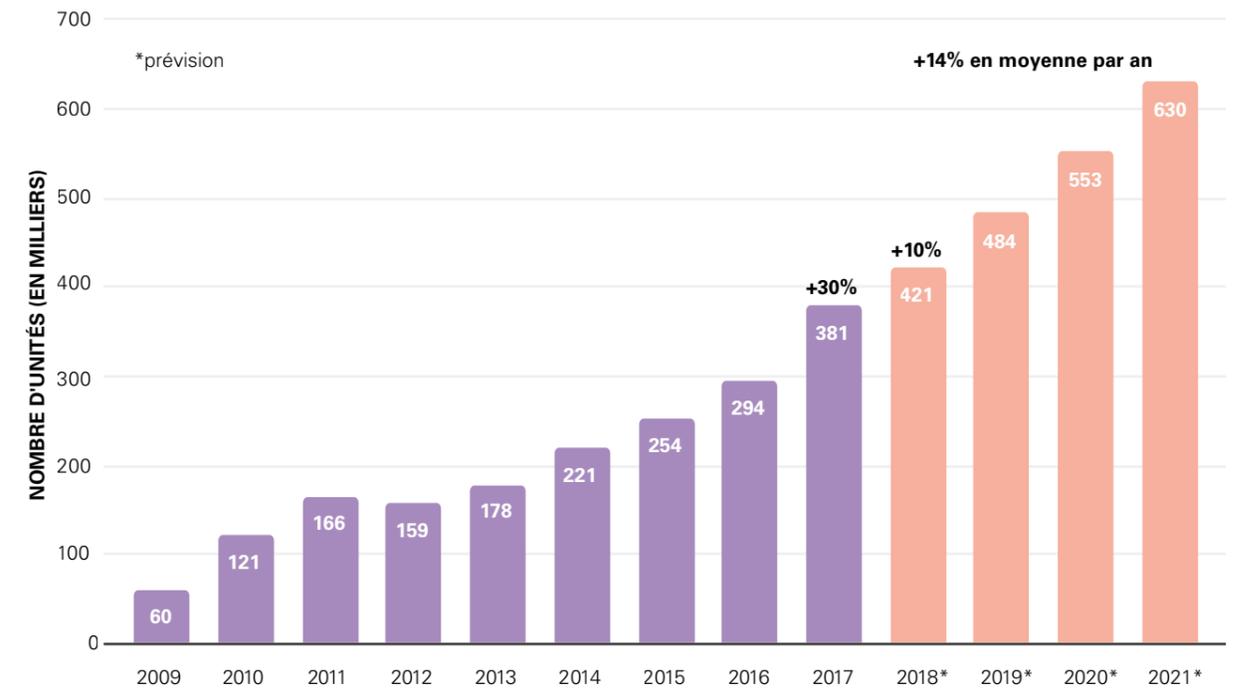
## Initier des changements en profondeur

Les progrès technologiques exponentiels pourraient dissocier la création de richesses de la pression sur les écosystèmes, pour le plus grand bien de la planète. Mais ces progrès ne se traduisent pas automatiquement par plus de durabilité s'ils ne sont pas associés à des innovations sociétales.<sup>16</sup> L'avenir numérique durable devra reposer sur quatre piliers fondamentaux.

Premièrement, les institutions publiques doivent participer à l'orientation et à la gouvernance de la numérisation. Aujourd'hui, les administrations publiques de la plupart des pays connaissent mal les évolutions numériques et leur importance pour les enjeux sociétaux et de développement durable.<sup>17</sup> L'État ne peut pas gouverner ce qu'il ne connaît pas. Dans les années 1960 et 1970, des mesures de modernisation du secteur public à grande échelle ont été mises en œuvre dans la plupart des pays de l'OCDE pour renforcer les connaissances des institutions publiques dans de nombreux domaines tels que l'économie, la protection sociale et les questions environnementales. Il faut entreprendre la même démarche dans le domaine de la numérisation. La Finlande est en pointe sur ce sujet, avec plusieurs politiques sur le gouvernement ouvert, l'éducation en ligne et la protection de la vie privée.

Deuxièmement, la durabilité doit être au cœur du travail des pionniers du numérique, qu'ils soient des instituts de recherche comme la Fraunhofer-Gesellschaft et le MIT, ou des entreprises comme Google et Amazon. Aujourd'hui, les créateurs d'algorithmes, les spécialistes des big data et les experts en apprentissage automatique décident de l'avenir de nos systèmes et infrastructures techniques, mais ils ne considèrent pas nécessairement les défis de durabilité comme pertinents pour leur travail ou ne sont pas conscients de l'urgence des crises actuelles. Tout comme les champs isolés des sciences de la Terre et des sciences sociales se sont rapprochés pour former une science de la durabilité, il est temps aujourd'hui de créer un champ unifié de la durabilité numérique.

L'un des moyens d'atteindre cet objectif consisterait à réunir les pionniers du numérique, le milieu de la recherche et les



## Offre mondiale de robots industriels

La technologie continue de remplacer divers aspects du travail humain. Source : Fédération internationale de la robotique, 2019

organismes gouvernementaux pour formuler une déclaration comparable à celles qui ont précédé les missions lunaires : une mission internationale « Zéro carbone à l'ère numérique » ou un « Programme 2030 à l'ère numérique », par exemple, pourraient mobiliser les révolutions technologiques au service des besoins sociétaux les plus urgents.<sup>18</sup> Pour le moment, les projets comme l'Alliance pour une finance numérique durable du PNUE ou le Guide de référence de l'agriculture intelligente face au climat de la FAO sont trop modestes, aussi bien en termes d'investissement que de portée. La Commission européenne a défini cinq missions dans le cadre d'Horizon Europe, le programme-cadre de l'Union européenne pour la recherche et l'innovation pour l'après 2020, et le changement climatique et l'utilisation du numérique pour le bien public en sont deux thèmes transversaux clés.

Troisièmement, les forces du marché doivent être mobilisées en fixant mieux les prix. Pour le moment, dans la plupart des pays, le travail est significativement taxé, tandis que l'exploitation des ressources et les émissions de gaz à effet de serre ne le sont pas. C'est pourquoi les innovations servent plus à remplacer les travailleurs qu'à réduire les émissions polluantes et la consommation de ressources. Le prix du carbone et d'autres mesures de fiscalité écologique pourraient stimuler l'application d'outils numériques à des solutions durables.<sup>19</sup> Les systèmes fiscaux favorisant la durabilité ont la capacité d'orienter la recherche de profits et les mécanismes traditionnels du capitalisme vers des pratiques plus respectueuses de l'environnement.

Quatrièmement, les systèmes de communication sociale et de diffusion de l'information et des connaissances doivent servir à promouvoir une réflexion et des actions durables (voir le chapitre « Médias »). Les innovations

numériques sont basées sur des infrastructures telles que les « autoroutes de l'information », mais la durabilité à l'ère numérique nécessitera aussi des programmes d'alphabetisation numérique permettant aux individus de tirer le meilleur parti de ces nouveaux outils et systèmes d'information. Pour cela, il est nécessaire de mettre à jour nos systèmes éducatifs.

## Éviter les risques

Tout en utilisant les technologies numériques pour favoriser plus de durabilité, nous devons également prévenir les risques systémiques posés par ces technologies, à savoir les changements à grande échelle qui pourraient déstabiliser les sociétés.<sup>10</sup>

La plupart des révolutions technologiques précédentes ont provoqué des troubles, des conflits et même des guerres avant que les sociétés ne s'adaptent à leurs nouvelles conditions<sup>20</sup> ; l'association de changements profonds liés à la durabilité et au numérique peut engendrer des ruptures brutales. L'atténuation de ces ruptures nécessitera une bonne compréhension des risques, la formulation de stratégies de prévention et l'installation de filets de sécurité pour les personnes affectées. L'AI Now Institute de l'Université de New York, un centre de recherche interdisciplinaire, travaille justement sur ces questions, principalement en envisageant les implications sociétales de l'intelligence artificielle. Le Conseil consultatif allemand sur le changement global (WBGU), soutenu par des organisations scientifiques majeures comme Future Earth et le Conseil international pour la science, a annoncé la publication d'une charte intitulée « Notre avenir numérique commun ».<sup>21</sup> Cette charte devrait initier un débat sur

# VERDIR L'ÉCOSYSTÈME DES DONNÉES

Alors que le monde numérique est sans cesse plus prolifique, les médias s'inquiètent des quantités gargantuesques d'énergie que le secteur pourrait dévorer à terme. Ces inquiétudes sont fondées, mais il y a de bonnes raisons d'espérer que la révolution numérique puisse aussi être verte.

Entre 2010 et 2015, le trafic mondial de données a été multiplié par quatre et le nombre d'abonnements à un forfait mobile a augmenté de 30 %. Pourtant, les émissions et la consommation d'électricité de l'industrie numérique – en incluant les téléphones, les centres de données et les télévisions – ont reculé de 15 %.<sup>14</sup> Cela est principalement dû à l'amélioration considérable de l'efficacité énergétique : les usagers se tournent vers des appareils mobiles moins énergivores, entre autres facteurs, et la demande croissante de services sur le cloud est satisfaite par de gigantesques centres de données ultra efficaces. Mais les gains d'efficacité ne pourront pas compenser éternellement la croissance rapide du secteur.

Les usages montent également en flèche, avec les services illimités comme Netflix et l'internet des objets qui pourrait engendrer bientôt des données concernant plusieurs milliards d'objets connectés chez nous et dans les lieux publics. Il n'est donc pas facile de prévoir

la consommation énergétique du secteur numérique à long terme. En 2015, l'industrie des technologies de l'information et des communications (TIC) était responsable de 3,6 % de l'utilisation d'électricité au niveau mondial (et de 1,4 % des émissions de gaz à effet de serre).<sup>14</sup> Une estimation très médiatisée, quoique controversée, de 2018 prédit que le secteur consommera plus de 20 % de l'électricité mondiale d'ici 2030.<sup>24</sup>

La clé pour prévenir une explosion des émissions de gaz à effet de serre consiste à inciter le secteur numérique à passer aux énergies renouvelables. De nombreuses entreprises comme Google, Apple, et Microsoft se sont déjà engagées à émettre moins de carbone. Le centre de données de Google à Hamina, en Finlande, utilise par exemple de l'eau de la mer Baltique pour refroidir ses serveurs et des éoliennes pour son alimentation électrique. L'industrie numérique peut être un moteur pour les énergies propres – deux tiers des contrats d'entreprises pour la fourniture d'énergies renouvelables de 2015 ont été signés par des entreprises des TIC.<sup>25</sup> Mais il y a encore beaucoup à faire. En Virginie du Nord, où la concentration de centres de données est l'une des plus élevées au monde, 95 % de l'électricité vient de combustibles fossiles.<sup>26</sup>

un programme d'action mondial pour aligner les objectifs de durabilité et les transformations numériques et prévoir des garde-fous de l'ère numérique.

La déstabilisation à grande échelle des marchés du travail par l'automatisation constitue l'un des risques posés par les avancées numériques. Les systèmes comme les véhicules autonomes ont la capacité de mettre les chauffeurs au chômage ; l'intelligence artificielle pourrait même reproduire les compétences de travailleurs traditionnellement très qualifiés comme les médecins, les experts comptables et les avocats. La numérisation est également susceptible de conduire à une perte de pouvoir. La vie privée des individus et les droits des citoyens sont menacés par les systèmes tentaculaires de surveillance ou de crédit social. La numérisation peut en outre saper les démocraties en renforçant le pouvoir d'États autoritaires ou d'entreprises privées échappant à tout contrôle<sup>22</sup> (voir le chapitre « Médias »).

Surtout, la numérisation peut, comme d'autres innovations technologiques au cours des siècles passés, stimuler une croissance et des modes de consommation non durables qui feraient basculer le système Terre. L'accès de moins en moins cher à l'information, par exemple, risque de faire exploser la demande d'électricité et de créer d'autres émissions de gaz à effet de serre (voir l'encadré « Verdir l'écosystème des données »).

D'autres s'inquiètent des tentatives incontrôlées d'augmentation ou d'amélioration artificielle du corps humain et des conséquences que cela aurait pour la notion même d'humanité. Durant la première phase de l'Anthropocène, l'humain a exercé un impact sans précédent sur la planète ; dans la seconde phase, il exercera peut-être un impact sans précédent sur lui-même. Pedro Domingos, professeur en sciences de l'informatique à l'Université de Washington pense que tout cela pourrait mener à l'apparition d'une nouvelle espèce, *Homo technicus*, parallèlement à une biosphère « aussi différente de la nôtre que la nôtre est différente de l'océan primitif ».<sup>23</sup>

Pour chaque vision dystopique du futur, il y a un scénario alternatif où la révolution numérique permet aux peuples de bâtir des communautés transnationales et de créer des cultures coopératives respectueuses de la Terre.

Idéalement, la révolution numérique sera constituée de trois dynamiques : une première soutiendra le nouveau champ de la durabilité numérique et amortira les chocs sociaux et écologiques ; une seconde construira un « humanisme nouveau » axé sur la raison et l'ouverture en faisant reculer le totalitarisme ; et une troisième renforcera une collaboration éthique entre l'homme et la machine en prévenant les abus liés aux nouvelles technologies.<sup>10</sup> L'IA et l'apprentissage automatique pourraient permettre aux humains de se réaliser et d'agir, et renforcer les capacités sociétales, comme l'empathie et la cohésion – au lieu de dévaluer les compétences, déresponsabiliser et réduire le contrôle des humains sur les systèmes techniques, voire de miner leur droit à l'autodétermination.

Que nous allions dans une direction ou une autre, de nouveaux horizons se profilent de toute évidence pour la civilisation et le développement humains. Le défi de la communauté internationale – des chercheurs et des sociétés – consistera à développer une vision commune pour un développement durable et centré sur l'humain à l'ère numérique. La route est encore longue.

# BIBLIOGRAPHIE

## Introduction

1. Waitrose & Partners, 2018. Food and Drink Report 2018–19. [https://waitrose.pressarea.com/pressrelease/details/78/NEWS\\_13/10259](https://waitrose.pressarea.com/pressrelease/details/78/NEWS_13/10259)
2. United Nations, 2019. UN World Population Prospects 2019. <https://www.un.org/development/desa/publications/world-population-prospects-2019-highlights.html>
3. De Vos, J. M. et al. 2014. *Conservation Biology*, **29**(2), 452–462. <https://doi.org/10.1111/cobi.12380>
4. IPBES, 2019. Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services. <https://ipbes.net/news/global-assessment-summary-policy-makers-final-version-now-available>
5. Burger, O. et al. 2012. *PNAS*, **109**(44), 18210–18214. <https://doi.org/10.1073/pnas.1215627109>
6. The Lancet, 2016. “Maternal Health 2016”. <https://www.thelancet.com/series/maternal-health-2016>

## Risques mondiaux

1. World Economic Forum, 2019. The Global Risks Report 2019. <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2019>
2. Shi, P., Jaeger, C. (eds). 2012. *IHDP/Future Earth-Integrated Risk Governance Project Series*. Beijing Normal University Press and Springer-Verlag.
3. Croll, D. A. et al. 2005. “Introduced Predators Transform Subarctic Islands from Grassland to Tundra”. *Science*, **307**(5717), 1959–1961. <https://doi.org/10.1126/science.1108485>
4. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2016. *Attribution of Extreme Weather Events in the Context of Climate Change*. The National Academies Press.
5. Reichstein, M. et al. 2013. “Climate extremes and the carbon cycle”. *Nature*, **500**(7462), 287–295. <https://doi.org/10.1038/nature12350>
6. Chung, U. et al. 2014. *Weather and Climate Extremes*, **5–6**, 67–77. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2014.07.002>
7. IPCC, 2018. <https://www.ipcc.ch/sr15/>
8. Isbell, F. et al. 2015. “Biodiversity increases the resistance of ecosystem productivity to climate extremes”. *Nature*, **526**(7574), 574–577. <https://doi.org/10.1038/nature15374>
9. IPES-Food, 2016. “From Uniformity to Diversity: A paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems”. <http://www.ipes-food.org/reports/>
10. Helbing, D. 2013. *Nature*, **497**(7447), 51–59. <https://doi.org/10.1038/nature12047>

## Climat

1. Box, J. E. et al. 2019. *Environmental Research Letters*, **14**(4), 045010. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aafc1b>
2. IPCC, 2019. <https://www.ipcc.ch/srcc/home/>
3. NOAA Global Climate Report, 2018. “Global Climate Report”. <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201813>
4. International Energy Agency, 2019. “World Energy Outlook 2019”.
5. Jackson, R.B. et al. 2019. *Environmental Research Letters*, **14**(12), 121001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab57b3>
6. IPCC, 2018. <https://www.ipcc.ch/sr15/>
7. Climate Action Tracker, 2019. <https://climateactiontracker.org>
8. Holz, C. et al. 2018. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, **18**(1), 117–134. <https://doi.org/10.1007/s10784-017-9371-z>
9. UNEP, 2018. <http://web.unep.org/ganadapt/publication/adaptation-gap-report-2018>
10. UN Environment, 2018. <https://www.unenvironment.org/resources/emissions-gap-report-2018>
11. IPCC, 2019. <https://www.ipcc.ch/report/srcc/>
12. Ebi, K. L. et al. 2017. *Environmental Health Perspectives*, **125**(8), 085004. <https://doi.org/10.1289/EHP1509>
13. Hoegh-Guldberg, O. et al. 2019. **Chapter 3**, 175–311. In IPCC report *Global warming of 1.5°C*. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15\\_Full\\_Report\\_High\\_Res.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf)
14. Hayes, K., Poland, B. 2018. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, **15**(9), 1806. <https://doi.org/10.3390/ijerph15091806>

15. Zhu, C. et al. 2018. *Science Advances*, **4**(5), eaq1012. <http://doi.org/10.1126/sciadv.aaq1012>
16. Coogan, S. C. P. et al. 2019. *Canadian Journal of Forest Research*, **49**(9), 1015–1023. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2019-0094>
17. Romps, D. M. et al. 2014. *Science*, **346**(6211), 851–854. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1259100>
18. Jolly, W. M. et al. 2015. *Nature Communications*, **6**, 7537. <https://doi.org/10.1038/ncomms8537>
19. Moritz, M. A. et al. 2012. *Ecosphere* (ESA), **3**(6), 1–22. <https://doi.org/10.1890/ES11-00345.1>
20. Pechony, O., Shindell, D. T. 2010. *PNAS*, **107**(45), 19167–19170. <https://doi.org/10.1073/pnas.1003669107>
21. Johnston, F. H. et al. 2012. *Environmental Health Perspectives*, **120**(5), 695–701. <https://dx.doi.org/10.1289%2Fehp.1104422>

## Politique

1. Norris, P. 2016. *The rise of populist authoritarianism across the West*. Electoral Integrity Project, University of Sydney. <https://www.electoralintegrityproject.com/eip-blogs/2016/12/22/its-not-just-trump-the-rise-of-populist-authoritarianism-across-the-west>
2. Rusbridger, A. 2018. *Breaking News: The Re-making of Journalism and Why it Matters Now*. Canongate Books Ltd.
3. Schaller, S., Carius, A. 2019. *Convenient Truths – Mapping climate agendas of right-wing populist parties in Europe*. Adelphi. <https://www.adelphi.de/en/publication/convenient-truths>
4. Dibley, A. 2019. *How to Talk to a Populist About Climate Change*. *Foreign Policy*. <https://foreignpolicy.com/2019/03/29/how-to-talk-to-a-populist-about-climate-change/>
5. Satgar, V. 2016. *It's up to us to make sure Zuma goes*. Mail & Guardian. <https://mg.co.za/article/2016-04-21-its-up-to-us-to-make-sure-zuma-goes>
6. SAFSC, retrieved 2019. *Climate Justice Charter*. <https://www.safsc.org.za/climate-justice-charter/>
7. *Cette partie reprend plusieurs passages d'un entretien avec Vishwas Satgar (professeur associé de relations internationales à l'Université Wits, en Afrique du Sud) menée par Richard Calland dans le cadre du sommet European Education & Sustainability Leadership à la Berlin Brandenburg International School en 2019 – voir https://www.sused.org.*
8. Tufekci, Z. 2017. *Twitter and Tear Gas: The Power and Fragility of Networked Protest*. Yale University Press.
9. McKibben, B. 2019. *Notes from a remarkable political moment for climate change*. The New Yorker. <https://www.newyorker.com/news/daily-comment/notes-from-a-remarkable-political-moment-for-climate-change>

## Océan

1. UN, UN Sustainable Development Goals, no. 14. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/oceans/>
2. Halpern, B. S. et al. 2019. *Scientific Reports*, **9**(11609). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47201-9>
3. Kroodsma, D. A. et al. 2018. *Science*, **359**(6378), 904–908. <https://doi.org/10.1126/science.aao5646>
4. Cheng, L. et al. 2019. *Science*, **363**(6423), 128–129. <https://doi.org/10.1126/science.aav7619>
5. Sala, E. et al. 2018. *Science Advances*, **4**(6), eaat2504. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat2504>
6. Schiller, L. et al. 2018. *Science Advances*, **4**(8), eaat8351. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat8351>
7. Popova, E. et al. 2019. *Marine Policy*, **104**, 90–102. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.02.050>
8. Wynberg, R., Laird, S.A. 2018. *Trends in Biotechnology*, **36**(1), 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2017.09.002>
9. Blasiak, R. et al. 2018. *Science Advances*, **4**(6), eaar5237. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aar5237>
10. Church, C., Crawford, A. 2018. IISD. <https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/green-conflict-minerals.pdf>
11. Cordes, E. E., Levin, L. A. 2018. *Science*, **359**(6377), 719. <https://doi.org/10.1126/science.aat2637>

12. Dunn, D.C. et al. 2018. *Science Advances*, **4**(7), eaar4313. <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.aar4313>
13. Oozeki, Y. et al. 2018. *Marine Policy*, **88**, 64–74. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.11.009>
14. Pinsky, M. L. et al. 2018. *Science*, **360**(6394), 1189–1191. <http://dx.doi.org/10.1126/science.aat2360>
15. Spijkers, J. et al. 2019. *Global Environmental Change*, **57**, 101921. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.05.005>
16. Lusher, A. et al. 2017. FAO, **615**. <http://www.fao.org/3/a-i7677e.pdf>

## Migrations forcées

1. Myers, N. 2002. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, **357**(1420), 609–613. <https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0953>
2. Bettini, G. 2013. *Geoforum*, **45**, 63–72. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2012.09.009>
3. IDMC, 2018. <http://www.intemal-displacement.org/global-report/grid2018/>
4. Ousey, G. C., Kubrin, C. E. 2009. *Social Problems*, **56**(3), 447–473. <https://doi.org/10.1525/sp.2009.56.3.447>
5. Clemens, M. A. 2011. *Journal of Economic Perspectives*, **25**(3), 83–106. <https://doi.org/10.1257/jep.25.3.83>
6. Steel, Z. et al. 2011. *Social Science & Medicine*, **72**(7), 1149–1156. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2011.02.007>
7. Hsiang, S. M. et al. 2013. *Science*, **341**(6151), 1235367. <https://dx.doi.org/10.1126/science.1235367>
8. Mach, K. J. et al. 2019. *Nature*, **571**(7764), 193–197. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1300-6>
9. Buhaug, H. et al. 2014. *Climatic Change*, **127**(3–4), 391–397. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1266-1>
10. Adams, C. et al. 2018. *Nature Climate Change*, **8**, 200–203. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0068-2>
11. Kelley, C. P. et al. 2015. *PNAS*, **112**(11), 3241–3246. <https://doi.org/10.1073/pnas.1421533112>
12. Selby, J. et al. 2017. *Political Geography*, **60**, 232–244. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2017.05.007>
13. Acuto, M. et al. 2018. *Nature Sustainability*, **1**, 2–4. <https://doi.org/10.1038/s41893-017-0013-9>
14. Dodman, D. 2009. *Environment & Urbanization*, **21**(1), 185–201. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0956247809103016>
15. IPCC, 2014. “AR5 Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability”. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>
16. Sinha, J., Kumar, N. 2019. *Frontiers in Environmental Science*, **7**(15). <https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00015>
17. Elmqvist, T. et al. 2019. *Nature Sustainability*, **2**, 267–273. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0250-1>
18. Frantzeskaki, N. et al. 2019. *BioScience*, **69**(6), 455–466. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz042>
19. De Coninck, H. et al. (eds.), 2018. “Summary for Urban Policymakers: What the IPCC Special Report on 1.5°C Means for Cities”. <http://doi.org/10.24943/SCPM.2018>
20. IDMC, 2019. <http://www.intemal-displacement.org/publications/disaster-displacement-a-global-review>

## Médias

1. Larson, H. J. 2018. *Nature*, **562**, 309. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-07034-4>
2. RSPH, 2019. “Moving the Needle?”. <https://www.rsph.org.uk/uploads/assets/uploaded/3b82db00-a7ef-494c-85451e78ce18a779.pdf>
3. Vosoughi, S. et al. 2018. *Science*, **359**(6380), 1146–1151. <https://doi.org/10.1126/science.aap9559>
4. Allcott, H., Gentzkow, M. 2017. *Journal of Economic Perspectives*, **31**(2), 211–236. <https://doi.org/10.1257/jep.31.2.211>
5. Garcia, D. et al. 2019. *The Lancet*. November 25, 2019. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32526-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32526-7)
6. Levitsky, S., Sziblat, D. 2019. *How Democracies Die*. Penguin Books.

7. Newman, N. et al. “Reuters Institute Digital News Report 2019”. <http://www.digitalnewsreport.org/>
8. Karlsen, G. H. 2019. *Palgrave Communications*, **5**(19). <https://doi.org/10.1057/s41599-019-0227-8>
9. The Computational Propaganda Project. 2019. University of Oxford. <https://comprop.oii.ox.ac.uk/>
10. Feldstein, S. 2019. “The Global Expansion of AI Surveillance”. Carnegie Endowment for International Peace. <https://carnegieendowment.org/2019/09/17/global-expansion-of-ai-surveillance-pub-79847>
11. Roozenbeek, J., van der Linden, S. 2019. *Palgrave Communications*, **5**(65). <https://doi.org/10.1057/s41599-019-0279-9>
12. Nyhan, B., Reifler, J. 2015. *Journal of Experimental Political Science*, **2**(1), 81–93. <https://doi.org/10.1017/XPS.2014.22>
13. de Freitas Melo, P. et al. 2019. In Cherif, H. et al (eds.). 2019. *Complex Networks and Their Applications VIII*. Springer. 372–384. <https://arxiv.org/abs/1909.08740>

## Biodiversité

1. Rosenberg, K. V. et al. 2019. “Decline of the North American avifauna”. *Science*, **366**(6461), 120–124. <https://doi.org/10.1126/science.aaw1313>
2. IPBES, 2019. “Summary for Policymakers of the Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services for the Americas”. <https://ipbes.net/assessment-reports/americas>
3. Bar-On, Y. M. et al. 2018. *PNAS*, **115**(25), 6506–6511. <https://doi.org/10.1073/pnas.1711842115>
4. Hallmann, C. A. et al. 2017. *PLOS ONE*, **12**(10), e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
5. Heikkinen, J. et al. 2013. *Global Change Biology*, **19**(5), 1456–1469. <https://doi.org/10.1111/gcb.12137>
6. Mace, G. M. et al. 2018. “Aiming higher to bend the curve of biodiversity loss”. *Nature Sustainability*, **1**, 448–451. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0130-0>
7. Eisenhauer, N. et al. 2019. *Nature Communications*, **10**(50). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07916-1>
8. Schmid, M. W. et al. 2019. *Molecular Ecology*, **28**(4), 863–878. <https://doi.org/10.1111/mec.14987>
9. Cavicchioli, R. et al. 2019. *Nature Reviews Microbiology*, **17**, 569–586. <https://doi.org/10.1038/s41579-019-0222-5>
10. Isbell, F. et al. 2018. *Ecology Letters*, **21**(6), 763–778. <https://doi.org/10.1111/ele.12928>
11. Liu, X. et al. 2018. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **285**(1885), 20181240–9. <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.1240>
12. Hautier, Y. et al. 2018. *Nature Ecology & Evolution*, **2**(1), 50–56. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0395-0>
13. Hansen, M. C. et al. 2013. *Science*, **342**(6160), 850–853. <https://doi.org/10.1126/science.1244693>
14. Zhang, J. et al. 2018. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **285**(1883), 20180949–10. <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.0949>
15. EAT-Lancet, 2019. <https://eatforum.org/eat-lancet-commission>
16. van Vuuren, D. P. et al. 2018. *Nature Climate Change*, **8**, 391–397. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0119-8>
17. Dinerstein, E. et al. 2019. *Science Advances*, **5**(4), eaaw2869. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaw2869>
18. Smith F. A. et al. 2018. *Science*, **360**(6386), 310–313. <https://doi.org/10.1126/science.aao5987>
19. Stephens, S. et al. 2019. *Science*, **365**(6456), 897–902. <https://doi.org/10.1126/science.aax1192>
20. Coffey, E. E. D. et al. 2011. *Ecology*, **92**(4), 805–812. <https://doi.org/10.1890/10-1290.1>
21. Williams, J. W., and Jackson, S. T. 2007. *Frontiers in Ecology and the Environment*, **5**, 475–482. <https://doi.org/10.1890/070037>
22. Fischer, H. et al. 2018. *Nature Geoscience*, **11**, 474–485. <https://doi.org/10.1038/s41561-018-0146-0>
23. McElwain, J. C. 2018. *Annual Review of Plant Biology*, **69**, 761–787. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042817-040405>

# SOURCE DES IMAGES

## Couverture

Westend61 / Getty Images

## Préface

Jan-Philipp Strobel / DPA / Alamy Live News

## Table des matières

Karsten Würth / Unsplash

## Introduction

Don Smith, EcoFlight

US Senate / Alamy Stock Photo

Horizon International Images Limited / Alamy Stock Photo

## Climat

Gary Sandoz / Unsplash

Pacific Press Agency / Alamy Stock Photo

Roxanne Desgagnés / Unsplash

Newscom / Alamy Stock Photo

Phototrip / Alamy Stock Photo

## Politique

Markus Spiske / Unsplash

Foto Arena LTDA / Alamy Stock Photo

## Océan

Giga Khurtsilava / Unsplash

Erastus McCart / Unsplash

## Migrations forcées

DPA picture alliance / Alamy Stock Photo

Brandon Erlinger-Ford / Unsplash

## Médias

Prateek Katyal / Unsplash

Newscom / Alamy Stock Photo

Coleman Donaldson [CC BY-SA 4.0]

## Biodiversité

Jack Cain / Unsplash

Keyur Nandaniya / Unsplash

Nicolas Moscarda / Unsplash

David Gilbert / RAN

## Finance

UPI / Alamy Stock Photo

## Alimentation

Pina Messina / Unsplash

USDA photo by Keith Weston

Roosbeh Eslami / Unsplash

## Transformation

Photo by Markus Spiske on Unsplash

Jochen Tack / Alamy Stock Photo

Simone Hutsch / Unsplash

## Innovations numériques

Photo by Aulia Erlangga/cifor.org

Nicholas Doherty / Unsplash

## Finance

1. IMF, 2019. *World Economic Outlook Report*, April 2019. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO>

2. World Inequality Lab, 2018. <https://wir2018.wid.world/files/download/wir2018-summary-english.pdf>

3. Russo, S. et al. 2019. *Nature Communications*, **10(136)**. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-08070-4>

4. Rudolph, M. J. 2019. Canadian Institute of Actuaries, Casualty Actuarial Society, and Society of Actuaries. <https://www.soa.org/globalassets/assets/files/resources/research-report/2019/12th-emerging-risk-survey.pdf>

5. World Economic Forum, 2019. [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Global\\_Risks\\_Report\\_2019.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2019.pdf)

6. Schulten, A. et al. 2019. BlackRock. <https://www.blackrock.com/us/individual/literature/whitepaper/bii-physical-climate-risks-april-2019.pdf>

7. Davis, A. P. et al. 2019. *Science Advances*, **5(1)**, eaav3473. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aav3473>

8. EIOPA, 2018. Publications Office of the European Union. Financial Stability Report Spring 2018. [https://www.eiopa.europa.eu/docs/document-library\\_en](https://www.eiopa.europa.eu/docs/document-library_en)

9. De Bruin, K. et al. 2019. **03**. CICERO. <http://hdl.handle.net/11250/2589503>

10. Trucost, 2019. [https://www.spglobal.com/\\_media/documents/trucost-carbon-disclosure-marketing-brief-05.pdf](https://www.spglobal.com/_media/documents/trucost-carbon-disclosure-marketing-brief-05.pdf)

11. TCFD, 2019. <https://www.fsb-tcfd.org/wp-content/uploads/2019/06/2019-TCFD-Status-Report-FINAL-053119.pdf>

12. Torvanger, A. et al. 2019. **15**. CICERO. <http://hdl.handle.net/11250/2625592>

13. Alnes, K. et al. 2019. **01**. CICERO. <http://hdl.handle.net/11250/2582576>

14. Friede, G. et al. 2015. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, **5(4)**, 210–233. <http://dx.doi.org/10.1080/20430795.2015.1118917>

15. Cui, Y. et al. 2018. *Sustainability*, **10(6)**, 2008. <https://doi.org/10.3390/su10062008>

16. BloombergNEF, 2019. *Sustainable Debt Market Sees Record Activity in 2018*. <https://about.bnef.com/blog/sustainable-debt-market-sees-record-activity-2018/>

17. Environmental Finance, 2019. <https://www.environmental-finance.com/pages/sustainable-bonds-insight-2019.html>

18. NGFS Secretariat/Banque de France, 2019. [https://www.banque-france.fr/sites/default/files/media/2019/04/17/ngfs\\_first\\_comprehensive\\_report\\_-\\_17042019\\_0.pdf](https://www.banque-france.fr/sites/default/files/media/2019/04/17/ngfs_first_comprehensive_report_-_17042019_0.pdf)

## Alimentation

1. FAO, 2019. The state of food security and nutrition in the world. <http://www.fao.org/state-of-food-security-nutrition/en/>

2. Bedoya-Perales, N. S. et al. 2018. *Sustainability*, **10(2)**, 532. <https://doi.org/10.3390/su10020532>

3. Zhu, C. et al. 2018. *Science Advances*, **4(5)**, eaq1012. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aq1012>

4. Porfiro, L. L. et al. 2017. "Patterns of crop cover under future climates" *Ambio*, **46(3)**, 265–276. <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0818-1>

5. TEEB, 2018. TEEB for Agriculture & Food: Scientific and Economic Foundations. UN Environment. <http://teebweb.org/agrifood/reports/>

6. Sánchez-Bayo, F., Wyckhuys, K. A. G. 2019. *Biological Conservation*, **232(2019)**, 8–27. <https://doi.org/10.1016/j.bioccon.2019.01.020>

7. Nicolopoulou-Stamati, P. et al. 2016. *Frontiers in Public Health*, **4(148)**. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00148>

8. Van Boeckel, T. P. et al. 2019. *Science*, **365(6459)**, eaaw1944. <https://doi.org/10.1126/science.aaw1944>

9. HLPE, 2017. HLPE report on Nutrition and food systems. Report #12. <http://www.fao.org/cfs/cfs-hlpe>

10. Simpson G. B., Jewitt, G. P.W. 2019. *Frontiers in Environmental Science*, **7(8)**. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00008>

11. Chen, C. et al. 2019. *Nature Sustainability*, **2**, 122–129. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0220-7>

12. Bhanja, S. N. et al. 2017. *Scientific reports*, **7(1)**, 7453. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-07058-2>

13. Pokhrel, Y. et al. 2018. *Scientific Reports*, **8(17767)**. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35823-4>

14. IPCC, 2019. <https://www.ipcc.ch/report/srcl/>

15. Godfray, H. C. J. et al. 2018. *Science*, **361(6399)**, eaam5324. <https://doi.org/10.1126/science.aam5324>

16. EAT, 2019. EAT-Lancet Commission Summary Report. <https://eatforum.org/eat-lancet-commission/eat-lancet-commission-summary-report/>

17. Hirvonen, K. et al. 2020. *The Lancet Global Health*, **8(1)**, E59–E66. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(19\)30447-4](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(19)30447-4)

18. MarketsandMarkets, 2019. Insect Protein Market. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/insect-protein-market-150067243.htm>

19. Jat, H. S. et al. 2019. *Catena*, **181**(104059). <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.05.005>

20. Yost, M. A. et al. 2019. *Precision Agriculture*, **20**, 1177–1198. <https://doi.org/10.1007/s11119-019-09649-7>

21. FAO, 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture. <http://www.fao.org/3/I9540EN/i9540en.pdf>

22. European Commission, 2015. Future Brief: Sustainable Aquaculture. *Science for Environment Policy*. [https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/sustainable\\_aquaculture\\_FB11\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/sustainable_aquaculture_FB11_en.pdf)

## Transformation

1. IPCC, 2018. <https://www.ipcc.ch/sr15/>

2. WWF, 2018. <https://www.worldwildlife.org/pages/living-planet-report-2018>

3. Linnér, B.-O., Wibeck, V. 2019. *Sustainability Transformations: Agents and Drivers across Societies*. Cambridge University Press.

4. Meadows, D. 1999. "Leverage Points: Places to Intervene in a System" <http://donellameadows.org/archives/leverage-points-places-to-intervene-in-a-system/>

5. Waddock, S. et al. 2018. *Business & Society*. <https://doi.org/10.1177/0007650318816440>

6. Waddell, S. 2018. *Stanford Social Innovation Review*. Spring, 42–47.

7. Taylor, M. 2019. "The Extinction Rebellion scorecard: what did it achieve?" <https://www.theguardian.com/environment/2019/apr/25/extinction-rebellion-assessing-the-impact>

## Innovations numériques

1. Arute, F. et al. 2019. *Nature*, **574**, 505–510. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1666-5>

2. Jobin, A. et al. 2019. *Nature Machine Intelligence*, **1**, 389–399. <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0088-2>

3. Sachs, J. et al. 2019. "Sustainable Development Report 2019" Bertelsmann Stiftung and Sustainable Development Solutions Network. [https://s3.amazonaws.com/sustainabledevelopment-report/2019/2019\\_sustainable\\_development\\_report.pdf](https://s3.amazonaws.com/sustainabledevelopment-report/2019/2019_sustainable_development_report.pdf)

4. Breakthrough Institute, 2015. "Nature Unbound: Decoupling for Conservation" [https://s3.us-east-2.amazonaws.com/uploads.thebreakthrough.org/legacy/images/pdfs/Nature\\_Unbound.pdf](https://s3.us-east-2.amazonaws.com/uploads.thebreakthrough.org/legacy/images/pdfs/Nature_Unbound.pdf)

5. Steffen, W. et al. 2015. *The Anthropocene Review*, January 16, 2015. <https://doi.org/10.1177/2053019614564785>

6. Anderies, J. M. et al. 2013. *Environmental Research Letters*, **8(4)**, 044048. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/4/044048>

7. Jackson, T. 2009. "Prosperity without Growth: Economics for a Finite Planet" <http://digamo.free.fr/jackson92.pdf>

8. Tegmark, M. 2019. **Chapter 8**, 76–87. In Brockman, J., Possible Minds, 25 Ways of Looking at AI.

9. Rosol, C. et al. 2018. *Nature Research*, sponsor feature. <https://www.nature.com/articles/d42473-018-00286-8>

10. WBGU, 2019. [https://www.wbgu.de/fileadmin/user\\_upload/wbgu/publikationen/hauptgutachten/hg2019/pdf/wbgu\\_hg2019\\_en.pdf](https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/hauptgutachten/hg2019/pdf/wbgu_hg2019_en.pdf)

11. TWI2050, 2019. Second report.

<https://iiasa.ac.at/web/home/research/twi/Report2019.html>

12. GeSI, 2019. [https://gesi.org/storage/files/DIGITAL%20WITH%20PURPOSE\\_Summary\\_A4-WEB\\_watermark.pdf](https://gesi.org/storage/files/DIGITAL%20WITH%20PURPOSE_Summary_A4-WEB_watermark.pdf)

13. Rolnick, D. et al. 2019. "Tackling Climate Change with Machine Learning" <https://arxiv.org/abs/1906.05433>

14. Falk, J. et al. 2018. "Exponential Roadmap" Future Earth. <https://exponentialroadmap.org/wp-content/uploads/2018/09/Exponential-Climate-Action-Roadmap-September-2018.pdf>

15. Grubler, A. et al. 2018. *Nature Energy*, **3**, 515–527. <https://doi.org/10.1038/s41560-018-0172-6>

16. Messner, D. 2015. *Technological Forecasting and Social Change*, **98**, 260–270. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.05.013>

17. OECD, 2017. "Digital Transformation and the Public Sector" <https://www.oecd.org/innovation/digital-government/digital-transformation-and-the-public-sector.htm>

18. Mazzucato, M., McPherson, M. 2019. "What the Green Revolution Can Learn from the IT Revolution" IIPP Policy Brief. <https://www.ucl.ac.uk/bartlett/public-purpose/publications/2019/aug/what-green-revolution-can-learn-it-revolution>

19. Mathieu-Bolh, N. 2017. *Resource and Energy Economics*, **50**, 135–163. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2017.06.004>

20. Blom, P. 2009. *Der taumelnde Kontinent, Europa 1900-1914*, Hanser Verlag: München.

21. WBGU, 2019. "Our Common Digital Future" <https://www.wbgu.de/en/publications/charter>

22. Zuboff, S. 2019. *The Age of Surveillance Capitalism*. Profile Books.

23. Domingos, P. 2015. *The Master Algorithm: How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World*. Basic Books.

24. Andrae, A. S. G., Edler, T. 2015. *Challenges*, **6(1)**, 117–157. <https://doi.org/10.3390/challe6010117>

25. Greenpeace, 2017. <http://www.clickclean.org/international/en/>

26. Greenpeace, 2019. <https://www.greenpeace.org/usa/reports/click-clean-virginia/>

