

# Le rapport 2023 sur l'état du climat : Un territoire inexploré

William J. Ripple, Christopher Wolf , Jillian W. Gregg, Johan Rockström, Thomas M. Newsome, Beverly E. Law, Luiz Marques, Timothy M. Lenton, Chi Xu, Saleemul Huq, Leon Simons et Sir David Anthony King

William J. Ripple ([bill.ripple@oregonstate.edu](mailto:bill.ripple@oregonstate.edu)) est affilié au département des écosystèmes forestiers et de la société de l'université d'État de l'Oregon (OSU), à Corvallis, dans l'Oregon, aux États-Unis, et au Conservation Biology Institute (CBI), à Corvallis, dans l'Oregon, aux États-Unis. Christopher Wolf ([christopher.wolf@oregonstate.edu](mailto:christopher.wolf@oregonstate.edu)) et Jillian W. Gregg sont affiliés à Terrestrial Ecosystems Research Associates, à Corvallis, Oregon, aux États-Unis. Johan Rockström est affilié au Potsdam Institute for Climate Impact Research, à Potsdam, en Allemagne. Thomas M. Newsome est affilié à l'École des sciences de la vie et de l'environnement de l'Université de Sydney, à Sydney, Nouvelle-Galles du Sud, Australie. Beverly E. Law est affiliée au département "Forest Ecosystems and Society" de l'OSU et à l'IBC. Luiz Marques est affilié à l'Université d'État de Campinas-Unicamp et au Centre de recherche sur l'énergie et les matériaux, à Campinas, dans l'État de São Paulo, au Brésil. Timothy M. Lenton est affilié au Global Systems Institute de l'université d'Exeter, à Exeter, en Angleterre, au Royaume-Uni. Chi Xu est affilié à l'École des sciences de la vie de l'Université de Nanjing, à Nanjing, en Chine. Saleemul Huq est affilié au Centre international pour le changement climatique et le développement de l'Université indépendante du Bangladesh, à Dhaka, au Bangladesh. Leon Simons est affilié au Club de Rome Pays-Bas, à 's-Hertogenbosch, aux Pays-Bas. Sir David Anthony King est affilié au département de chimie du Downing College de l'université de Cambridge, à Cambridge, en Angleterre, au Royaume-Uni. Les co-auteurs principaux William J. Ripple et Christopher Wolf ont contribué à parts égales à ce travail.

La vie sur la planète Terre est en état de siège. Nous nous trouvons aujourd'hui dans un territoire inexploré. Depuis plusieurs décennies, les scientifiques ne cessent de nous mettre en garde contre un avenir marqué par des conditions climatiques extrêmes en raison de l'augmentation des températures mondiales causée par les activités humaines actuelles qui rejettent des gaz à effet de serre nocifs dans l'atmosphère. Heureusement, le temps presse. Nous assistons à la concrétisation de ces prédictions avec une succession alarmante et sans précédent de records climatiques battus, provoquant des scènes de souffrance profondément angoissantes. Nous entrons dans un domaine inconnu en ce qui concerne notre crise climatique, une situation dont personne n'a jamais été témoin dans l'histoire de l'humanité.

Dans le présent rapport, nous présentons un ensemble varié de signes vitaux de la planète et les moteurs potentiels du changement climatique et des réponses liées au climat, présentés pour la première fois par Ripple, Wolf et leurs collègues (2020), qui ont déclaré une urgence climatique, et qui comptent désormais plus de 15 000 scientifiques signataires. Les tendances révèlent de nouveaux records historiques liés au climat et des modèles de catastrophes liées au climat très inquiétants. Dans le même temps, nous signalons des progrès minimes de l'humanité dans la lutte contre le changement climatique. Compte tenu de ces évolutions inquiétantes, notre objectif est de communiquer aux scientifiques, aux décideurs politiques et au public des faits concrets et des recommandations politiques. Il est de notre devoir moral, à nous scientifiques et à nos institutions, d'alerter clairement l'humanité de toute menace existentielle potentielle et de faire preuve de leadership en prenant des mesures. Ce rapport fait partie de notre série de mises à jour annuelles concises et facilement accessibles sur l'état de la crise climatique.

points de basculement préjudiciables plus tôt que prévu (Armstrong McKay et al. 2022, Ripple et al. 2023). Cette année,

## Records historiques liés au climat

En 2023, nous avons assisté à une série extraordinaire de records climatiques battus dans le monde entier. Le rythme rapide des changements a surpris les scientifiques et suscité des inquiétudes quant aux dangers des conditions météorologiques extrêmes, aux boucles de rétroaction climatiques risquées et à l'approche de

des vagues de chaleur exceptionnelles ont balayé le monde, entraînant des températures record. Les océans ont été historiquement chauds, les températures de surface des mers du globe et de l'Atlantique Nord ayant toutes deux battu des records, et les niveaux de glace de mer entourant l'Antarctique ayant atteint un niveau sans précédent (figure 1a-1d). En outre, la période de juin à août de cette année a été la plus chaude jamais enregistrée et, au début du mois de juillet, la température moyenne journalière à la surface de la Terre a été la plus élevée jamais mesurée, probablement la température la plus chaude sur Terre au cours des 100 000 dernières années (figure 1e). C'est le signe que nous poussons nos systèmes planétaires vers une instabilité dangereuse.

Nous nous aventurons dans un territoire climatique inexploré. Avant l'an 2000, les températures moyennes journalières mondiales n'ont jamais dépassé de plus de 1,5 degré Celsius (°C) les niveaux préindustriels et n'ont qu'occasionnellement dépassé ce chiffre depuis lors. Cependant, l'année 2023 a déjà vu 38 jours avec des températures moyennes mondiales supérieures à 1,5°C au 12 septembre - plus que toute autre année - et le total pourrait continuer à augmenter. Ce qui est

encore plus frappant, ce sont les marges énormes par lesquelles les conditions de 2023 dépassent les extrêmes du passé (figure 1). De même, le 7 juillet 2023, la glace de mer de l'Antarctique a atteint son étendue relative quotidienne la plus faible depuis l'avènement des données satellitaires, avec 2,67 millions de kilomètres carrés en dessous de la moyenne 1991-2023 (figure 1a). Parmi les autres variables qui sortent largement de leur plage historique, citons la superficie brûlée par les incendies de forêt au Canada (figure 1f), qui pourrait indiquer un point de basculement vers un nouveau régime d'incendies.

Le réchauffement planétaire d'origine anthropique est l'un des principaux facteurs à l'origine d'un grand nombre de ces phénomènes extrêmes récents. Toutefois, les processus moteurs spécifiques impliqués peuvent être très complexes. Par exemple, l'augmentation des températures de l'océan Atlantique peut être liée aux précipitations du Sahel et à la poussière africaine (Wang et al. 2012). La vapeur d'eau (un gaz à effet de serre) injectée dans la stratosphère par une éruption volcanique souterraine est un autre facteur potentiel (Jenkins et al. 2023). L'augmentation récente peut également être liée à un changement de réglementation imposant l'utilisation de carburants à faible teneur en soufre pour le transport maritime, car les aérosols de sulfate atmosphériques diffusent directement la lumière du soleil et provoquent la formation de nuages réfléchissants

---

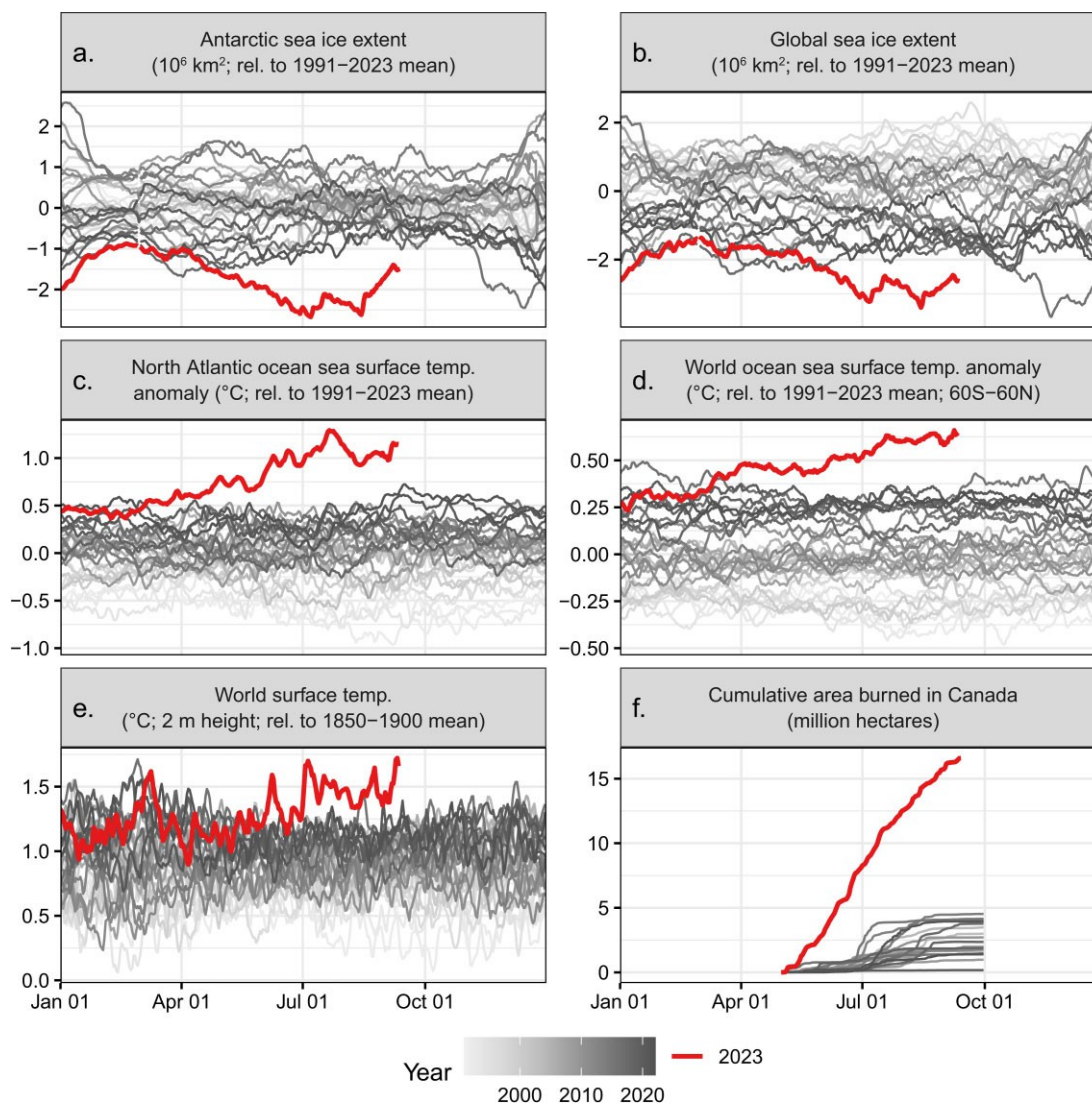
Reçue : 24 août 2023. Accepté : 30 août 2023

© The Author(s) 2023. Publié par Oxford University Press au nom de l'Institut américain des sciences biologiques.

Tous droits réservés. Pour obtenir des autorisations, veuillez envoyer un courrier électronique à l'adresse suivante :

[journals.permissions@oup.com](mailto:journals.permissions@oup.com)





**Figure 1.** Anomalies climatiques inhabituelles en 2023 (ligne rouge, en gras). L'étendue de la glace de mer (a, b), les températures (c-e) et les superficies brûlées au Canada (f) sont actuellement très éloignées de leurs valeurs historiques. Ces anomalies peuvent être dues à la fois au changement climatique et à d'autres facteurs. Les sources et des détails supplémentaires sur chaque variable sont fournis dans le [fichier supplémentaire S1](#). Chaque ligne correspond à une année différente, le gris plus foncé représentant les années ultérieures.

(voir le [fichier supplémentaire S1](#) pour une discussion approfondie). L'augmentation des températures dans le sud est aussi probablement due à l'apparition d'un phénomène El Niño - un élément naturel du système climatique, qui pourrait lui-même être affecté par le changement climatique (Cai et al. 2021). Quoi qu'il en soit, à mesure que le système climatique de la Terre s'éloigne des conditions associées à la prospérité humaine, de telles anomalies pourraient devenir plus fréquentes et avoir des impacts de plus en plus catastrophiques (Xu et al. 2020, Lenton et al. 2023).

## Tendances récentes des signes vitaux planétaires

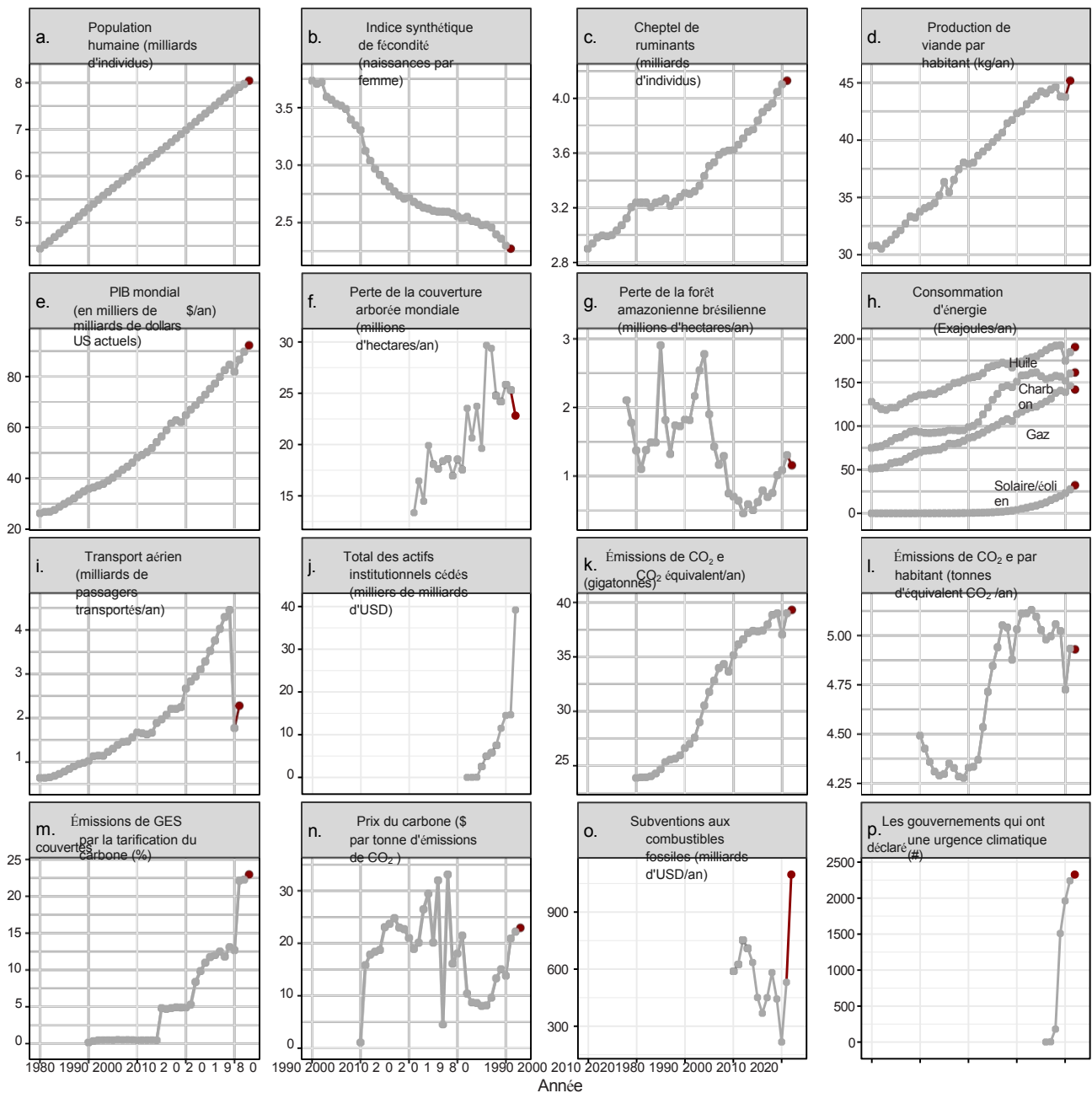
Sur la base des données des séries chronologiques, 20 des 35 signes vitaux présentent aujourd'hui des extrêmes records (figures 2 et 3, [tableau complémentaire S1](#)). Comme nous le décrivons ci-dessous, ces données montrent comment la poursuite du statu quo a, ironiquement, conduit à une pression sans précédent sur le système terrestre, avec pour résultat que

de nombreuses variables liées au climat entrent dans un territoire inexploré (figures 1 et 3).

## L'énergie

---

Il semble que la reprise verte qui a suivi la conférence COVID-19 et que beaucoup espéraient ne se soit pas concrétisée (Zhang et al. 2023). Au contraire, les émissions de carbone ont continué à monter en flèche et les combustibles fossiles restent dominants, la consommation annuelle de charbon atteignant un niveau presque historique de 161,5 exajoules en 2022 (figure 2h). Bien que la consommation d'énergie renouvelable (solaire et éolienne) ait connu une forte croissance de 17 % entre 2021 et 2022, elle reste environ 15 fois inférieure à la consommation d'énergie fossile (figure 2h). L'un des principaux moteurs des tendances économiques et énergétiques est l'invasion de l'Ukraine par la Russie, qui a accéléré la transition vers les énergies renouvelables en Europe, mais qui pourrait également amener certains pays à passer du gaz fourni par la Russie au charbon (Tollefson 2022). Ce conflit a déjà contribué à une augmentation massive de 107 % des subventions aux combustibles fossiles, qui sont passées de 531 milliards de dollars US en 2021 à 1097 milliards de dollars US en 2022, en raison de la hausse des prix de l'énergie (figure 2o). Bien que ces subventions puissent en partie protéger les consommateurs des hausses de prix, elles sont souvent mal ciblées et contribuent à promouvoir l'utilisation de l'énergie et les profits liés aux combustibles fossiles au détriment des alternatives à faible émission de carbone (Muta et Erdogan 2023).



**Figure 2.** Série chronologique des activités humaines liées au climat. Les données obtenues depuis la publication de Ripple et de ses collègues (2021) sont indiquées en rouge (gris foncé en caractères d'imprimerie). Dans le panneau (f), la perte de couverture arborée ne tient pas compte des gains forestiers et inclut une perte due à n'importe quelle cause. Pour le panneau (h), l'hydroélectricité et l'énergie nucléaire sont indiquées dans la figure S1. Les sources et des détails supplémentaires sur chaque variable sont fournis dans le fichier supplémentaire S1.

## Forêts

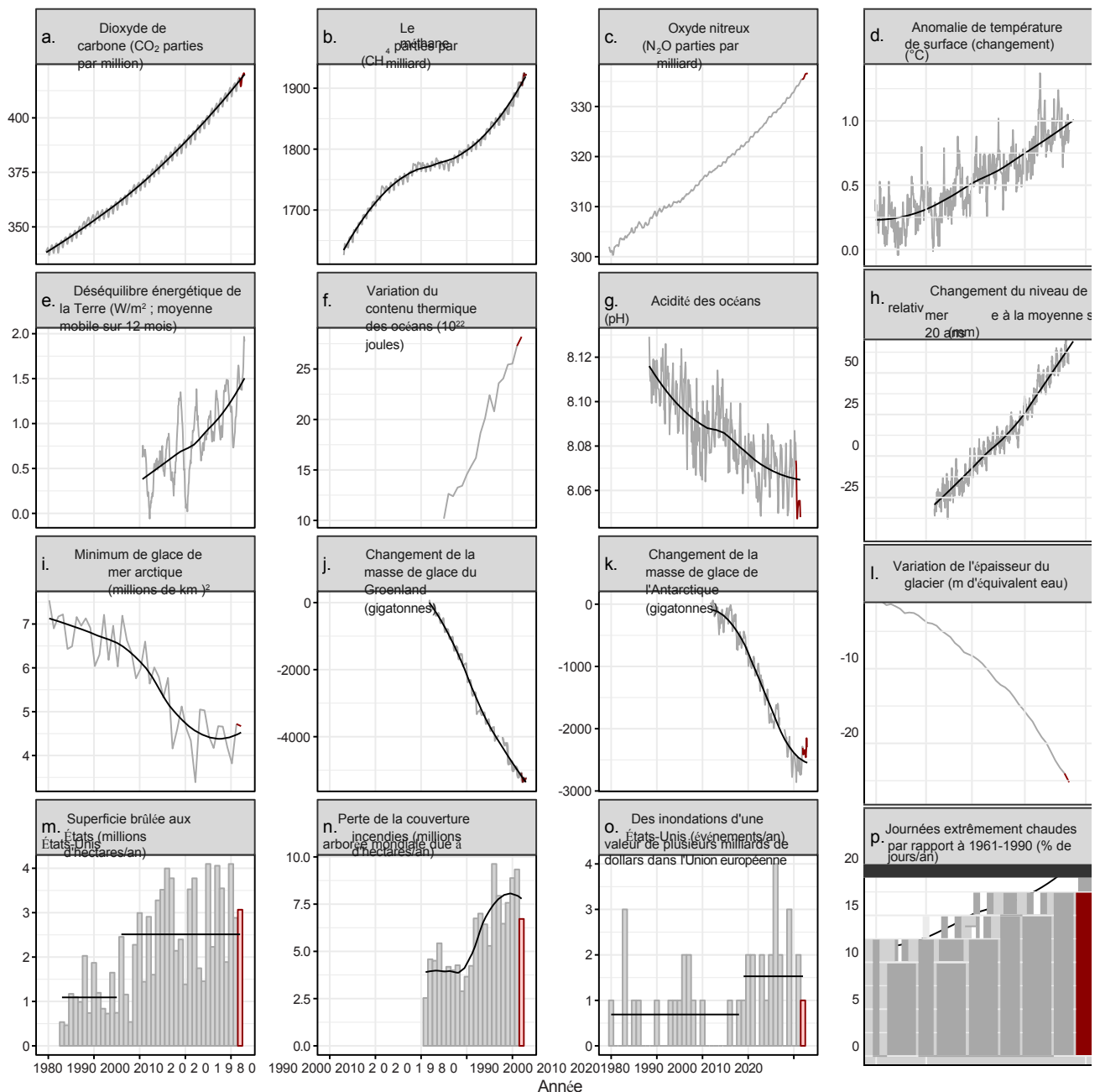
Entre 2021 et 2022, le taux de perte de la couverture arborée mondiale a diminué de 9,7 % pour atteindre 22,8 millions d'hectares (ha) par an (figure 2f). De même, le taux de perte de la forêt amazonienne brésilienne a diminué de 11,3 % pour atteindre 1,16 million d'hectares par an (figure 2g), et d'autres réductions sont susceptibles de se produire à la suite de l'élection d'un nouveau président du Brésil et de plusieurs décrets législatifs récents (Vilani et al. 2023). Toutefois, l'humanité n'est pas en passe de mettre fin à la déforestation et d'inverser la tendance d'ici 2030, malgré les engagements pris par plus de 100 dirigeants mondiaux en 2021 lors de la COP26 (PNUE 2022a). En outre, les forêts sont de plus en plus menacées par de puissantes boucles de rétroaction climatique impliquant des processus tels que les dégâts causés par les insectes, le

dépérissement et les incendies de forêt (Flores et Staal 2022, Ripple et al. 2023). Par exemple, les incendies de forêt qui ont battu des records historiques au Canada, et qui ont brûlé 16,6 millions d'hectares cette année à la date du 13 septembre

(figure 1f), étaient en partie liées au changement climatique. Cela a entraîné des émissions de plus d'une gigatonne de dioxyde de carbone (Copernicus 2023), ce qui est considérable, étant donné que les émissions totales de gaz à effet de serre du Canada en 2021 étaient d'environ 0,67 gigatonne d'équivalent dioxyde de carbone (Environnement et Changement climatique Canada 2023). La rapidité avec laquelle ces émissions peuvent être absorbées par la régénération après un incendie est incertaine, et il existe un risque réel que l'augmentation de la gravité des incendies entraîne une perte de carbone irrécupérable dans un avenir de réchauffement (Bowman et al. 2021).

### **Gaz à effet de serre et température moyenne mondiale**

Sur la base des statistiques de l'année 2023, trois gaz à effet de serre importants - le dioxyde de carbone, le méthane et l'oxyde nitreux - atteignent tous des niveaux record (figure 3a-3c). La moyenne mondiale du dioxyde de carbone



**Figure 3.** Série chronologique des réactions liées au climat. Les données obtenues avant et après la publication de Ripple et de ses collègues (2021) sont représentées respectivement en gris et en rouge (gris foncé dans la version imprimée). Pour les superficies brûlées (m) et la fréquence des inondations d'une valeur d'un milliard de dollars (o) aux États-Unis, les lignes horizontales noires montrent les estimations du modèle du point de changement, qui permettent des changements brusques (voir le supplément). Pour d'autres variables présentant une variabilité relativement élevée, les lignes de tendance de la régression locale sont représentées en noir. Les variables ont été mesurées à différentes fréquences (par exemple, annuelle, mensuelle, hebdomadaire). Les étiquettes sur l'axe **des x** correspondent aux points médians des années. La fréquence des inondations à coût élevé (o) est probablement influencée par l'exposition et la vulnérabilité, en plus du changement climatique. Les sources et des détails supplémentaires sur chaque variable sont fournis dans le [fichier supplémentaire S1](#).

La concentration de dioxyde de carbone est actuellement d'environ 420 parties par million, ce qui est bien supérieur à la limite planétaire proposée de 350 parties par million (Rockström et al. 2009). En outre, 2023 est en passe de devenir l'une des années les plus chaudes jamais enregistrées (figures 1e et 3d). Bien que les émissions de gaz à effet de serre liées aux combustibles fossiles soient le principal moteur de la hausse des températures, la diminution mondiale des émissions de dioxyde de soufre y contribue probablement (figure complémentaire S2). Le dioxyde de soufre forme des sulfates dans l'atmosphère, qui

constituent l'agent de refroidissement anthropique le plus puissant, cachant une partie du réchauffement dû aux gaz à effet de serre (voir le [fichier supplémentaire S1](#) pour une discussion plus approfondie).



## Océans et glace

---

L'acidité des océans, l'épaisseur des glaciers et la masse de glace du Groenland ont atteint des niveaux historiquement bas (figures 3g, 3j et 3l), tandis que l'élévation du niveau de la mer et le contenu thermique des océans ont atteint des niveaux record (figures 3f et 3h). L'augmentation du contenu thermique et la hausse rapide des températures de surface des océans (figure 1c, 1d) sont particulièrement inquiétantes, car elles pourraient avoir de nombreuses conséquences graves, notamment la disparition de la vie marine, la mort des récifs coralliens en raison du blanchiment et l'augmentation de l'intensité des grandes tempêtes tropicales (Reid et al. 2009). On s'inquiète également de plus en plus

## Untold Human Suffering in Pictures



**Figure 4.** Série de photographies illustrant les effets des catastrophes liées au climat. Première rangée (de gauche à droite) : Propriétaires triant les débris après que des feux de forêt ont détruit leur maison dans l'État de Californie (États-Unis, 2008 ; FEMA/Michael Mancino), "[National] guardsman carrying a woman in waist deep floodwaters" (États-Unis, 2017 ; Zachary West/National Guard ; CC BY 2.0). Deuxième rangée : "jeunes filles surprises par une tempête de sable sur le chemin de l'école (Afghanistan, 2019, Solmaz Daryani/Climate Visuals Countdown ; Creative Commons), femme d'âge mûr assise dans sa maison, submergée par les eaux profondes, fumant une cigarette (Brésil, 2015 ; Fabrice Fabola, CC BY-SA 2.0). Troisième rangée : conséquences du cyclone Idai (Mozambique, 2019 ; Denis Onyodi : IFRC/DRK/Climate Centre, CC BY-NC 2.0), "residents walk on a road littered with debris after Super Typhoon Haiyan battered Tacloban city" (Philippines, 2013 ; Erik de Castro/Reuters ; CC BY 2.0). Toutes les citations proviennent du projet Climate Visuals (<https://climatevisuals.org>). Voir le [supplément fichier S1](#) pour plus de détails et de photos.

que la circulation méridienne de retournement de l'Atlantique pourrait franchir un point de basculement et commencer à s'effondrer au cours de ce siècle, peut-être entre 2025 et 2095 (Ditlevsen et Ditlevsen 2023), ce qui modifierait considérablement les régimes mondiaux de précipitations et de températures, avec des conséquences potentiellement très néfastes pour les écosystèmes et la société, notamment la réduction des puits de carbone naturels (Armstrong McKay et al. 2022).

## Impacts climatiques et conditions météorologiques extrêmes

---

Le changement climatique contribue de manière significative à la souffrance humaine (figure 4). Parmi les impacts liés au climat en 2022, on peut citer une nouvelle inondation d'un milliard de dollars aux États-Unis, qui s'est produite au Kenya et dans le Missouri entre le 26 et le 28 juillet, et la troisième fréquence la plus élevée de journées extrêmement chaudes (figure 3o, 3p). Entre 2021 et 2022, la superficie brûlée par les incendies de forêt a diminué de 28 % au niveau mondial

**Tableau 1.** Catastrophes climatiques récentes depuis novembre 2022.

Cadre temporel	Catastrophe climatique
Novembre-décembre 2022	Des vagues de chaleur record en Argentine et au Paraguay ont provoqué des pannes d'électricité, des incendies de forêt et de mauvaises récoltes. On estime que le changement climatique a multiplié par 60 la probabilité de ces chaleurs extrêmes.
Décembre 2022-mars 2023	Les fortes précipitations causées par les rivières atmosphériques ont provoqué de nombreuses inondations dans l'ouest des États-Unis. Il y a eu au moins 22 morts et les dégâts matériels ont été estimés à 3,5 milliards de dollars. Le changement climatique pourrait augmenter la probabilité de ces inondations catastrophiques ont un effet sur ces tempêtes particulières, bien que cet effet soit moins évident.
Février 2023	Le cyclone Gabrielle a provoqué des précipitations extrêmes dans la région de Te Ika-a-Māui (île du Nord), en Nouvelle-Zélande, ce qui pourrait se traduire par des milliards de dollars de dégâts et 225 000 foyers privés d'électricité. Ces précipitations intenses pourraient être en partie dues au réchauffement climatique.
Mars-mai 2023	Des températures record ont été enregistrées dans certaines parties de l'Asie du Sud-Est, de la Chine et de l'Asie du Sud. La chaleur extrême a provoqué des décès et des fermetures d'écoles en Inde, et plus de 100 élèves ont dû être traités pour déshydratation aux Philippines. Il est probable que le changement climatique soit en partie responsable de cette situation. Par exemple, le changement climatique a augmenté les
Janvier-juillet 2023	La probabilité qu'un tel événement se produise au Bangladesh et en Inde a été multipliée par au moins 30. Au Canada, d'intenses incendies de forêt ont brûlé environ 10 millions d'hectares, déplaçant 30 000 personnes à leur apogée et détériorant la qualité de l'air dans de vastes régions du Canada et des États-Unis. Ces incendies de forêt extrêmes pourraient être en partie dus au climat.
mai 2023	bien que de nombreux autres facteurs soient probablement impliqués. Le cyclone tropical Mocha aurait tué au moins 145 personnes au Myanmar et touché environ 800 000 personnes dans la région.
mai-juin 2023	de la région. Le changement climatique pourrait avoir rendu ces tempêtes plus intenses. La tempête tropicale Mawar a provoqué des inondations et des coupures de courant dans certaines parties de Guam. Mawar est le cyclone le plus puissant jamais enregistré dans l'hémisphère nord en mai ( ). Le changement climatique pourrait être à l'origine d'une augmentation de l'intensité des cyclones tropicaux.
Juin 2023	(Wu et al. 2022). La chaleur meurtrière a causé plus d'une douzaine de décès dans le sud et le centre-ouest des États-Unis. Le changement climatique entraîne une
juillet 2023	l'augmentation de la fréquence et de la durée de ces vagues de chaleur. Jusqu'à six personnes sont mortes dans le sud-ouest du Japon à cause de pluies extrêmement abondantes qui ont provoqué des inondations et des glissements de terrain. Le changement climatique est susceptible d'aggraver ces fortes précipitations. Quelques jours plus tard, des inondations et des glissements de terrain, qui pourraient avoir été provoqués par des pluies torrentielles, se sont produits dans le sud-ouest du Japon.
juillet 2023	partiellement liée au changement climatique, a tué plus de 26 personnes et entraîné l'évacuation de milliers d'autres en Corée du Sud. Les fortes pluies de la mousson ont provoqué des crues soudaines et des glissements de terrain dans le nord de l'Inde qui ont tué plus de 100 personnes. Le changement climatique est susceptible de rendre les moussons plus variables dans cette région, provoquant des glissements de terrain et des inondations fréquents. Les fortes pluies de mousson ont également endommagé les cultures de riz en Inde, ce qui a suscité des inquiétudes quant aux prix des denrées alimentaires et à la sécurité alimentaire au niveau mondial et a entraîné une interdiction d'exporter du riz en Inde.
Juin-août 2023	les variétés nonbasmati. La chaleur extrême aux États-Unis a tué au moins 147 personnes. En l'absence de changement climatique, les chaleurs extrêmes observées en juillet
Juillet-août 2023	2023 aux États-Unis aurait été extrêmement improbable. Pékin, en Chine, a connu ses plus fortes précipitations depuis au moins 140 ans, entraînant d'importantes inondations qui ont touché près de 1,29 million de personnes.
Août 2023	millions de personnes, endommagé 147 000 habitations et causé au moins 33 décès. Les inondations intenses sont susceptibles de devenir plus fréquentes en raison du changement climatique. À Hawaï, aux États-Unis, des incendies catastrophiques sur l'île de Maui ont tué au moins 111 personnes, et plus de 1 000 personnes sont probablement portées disparues, à la date du 18 août 2023. Le changement climatique peut avoir diminué les précipitations et augmenté les températures dans cette région.
septembre 2023	et a potentiellement contribué à ces incendies. La tempête Daniel a provoqué des inondations extrêmes en Libye et dans certaines parties du sud-est de l'Europe, faisant des milliers de victimes et causant plus de 2 milliards de dollars américains de dégâts. Le changement climatique pourrait accroître l'intensité de ces tempêtes.

*Note* : Nous avons répertorié de nombreuses catastrophes récentes qui pourraient être liées, au moins en partie, au changement climatique. Cette liste ne prétend pas être exhaustive. En raison de la nature récente de ces événements, nos sources comprennent souvent des articles de presse. Pour chaque événement, nous fournissons généralement des références indiquant que la probabilité ou la force d'un tel événement peut avoir augmenté en raison du changement climatique anthropique. Les références aux articles scientifiques sont données directement dans le tableau, et les liens vers les articles de presse sont fournis dans le [fichier supplémentaire S1](#). Certaines de ces catastrophes peuvent être dues, au moins en partie, à des changements liés au climat dans les courants-jets (Stendel et al. 2021, Rousi et al. 2022).

(de 9,34 millions d'hectares à 6,72 millions d'hectares), mais les incendies de forêt aux États-Unis ont augmenté de 6,3 % (de 2,88 millions d'hectares à 3,07 millions d'hectares) au cours de la même période (figure 3m, 3n). De nombreux impacts climatiques devraient encore s'intensifier dans les années à

venir, et il est possible que nous ayons déjà connu des augmentations brutales de certains types de conditions météorologiques extrêmes, dépassant peut-être le taux d'augmentation des températures (figures 3m, 3o, S3, S4 ; Calvin 2020).

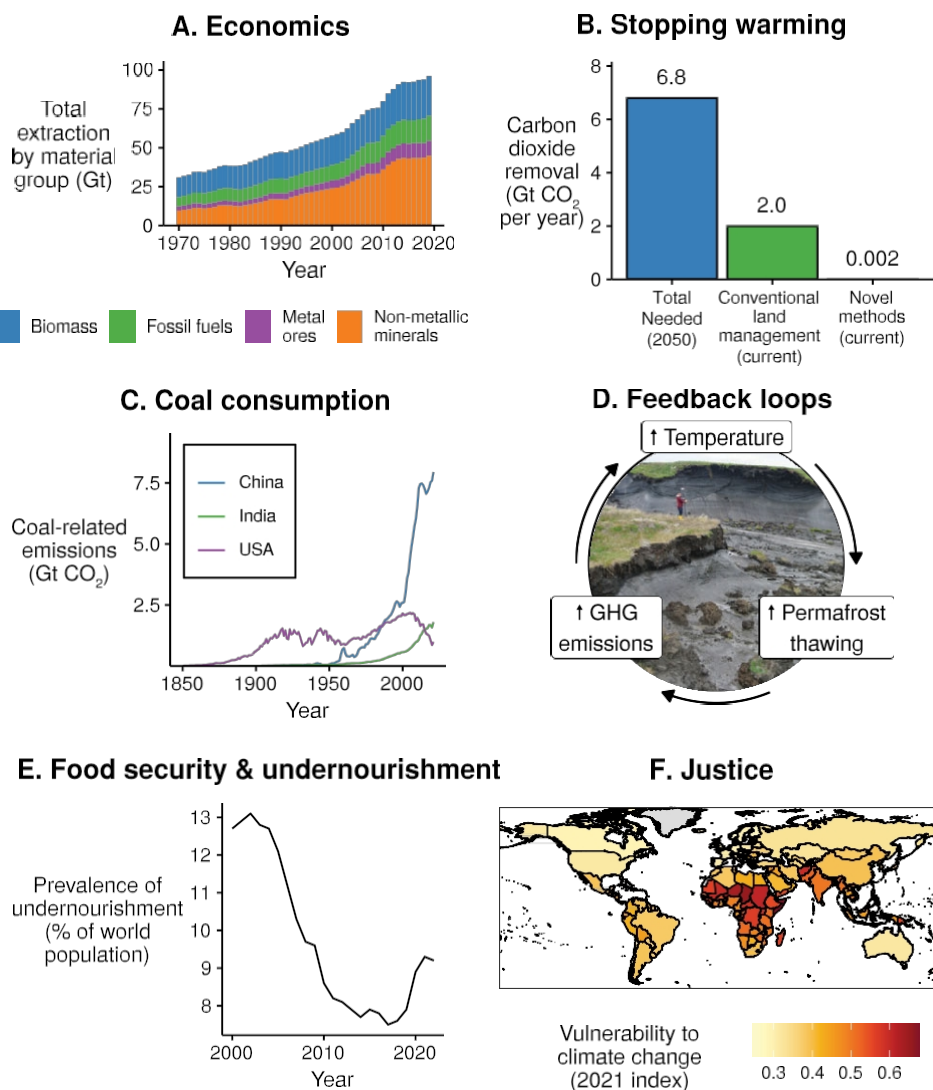
En 2023, le changement climatique a probablement contribué à

un certain nombre de phénomènes météorologiques extrêmes et de catastrophes majeures. Plusieurs de ces événements montrent comment les extrêmes climatiques menacent des zones plus vastes qui n'étaient pas habituellement sujettes à de tels extrêmes ; par exemple, de graves inondations dans le nord de la Chine, autour de Pékin, ont tué au moins 33 personnes. Parmi les autres catastrophes récentes, citons des crues soudaines et des glissements de terrain meurtriers dans le nord de l'Inde, des vagues de chaleur record aux États-Unis et une tempête méditerranéenne d'une intensité exceptionnelle

Ripple et al. | 851  
qui a tué des milliers de personnes, principalement en Libye (voir le tableau 1 pour plus de détails et l'attribution). Ces effets continuant à s'accélérer, il est urgent d'augmenter les fonds destinés à compenser les pertes et les dommages liés au climat dans les pays en développement. Le nouveau fonds mondial des Nations unies pour les pertes et dommages, créé lors de la COP27, est prometteur, mais son succès nécessitera un soutien solide de la part des pays riches.

## **Recommandations d'alerte des scientifiques**

Motivés par des événements et des tendances récents, nous continuons à émettre des avertissements et des recommandations spécifiques sur des sujets allant de la sécurité alimentaire à la justice climatique. Des efforts coordonnés dans chacun de ces domaines pourraient contribuer à soutenir un programme plus large axé sur une politique climatique holistique et équitable.



**Figure 5.** Thèmes spéciaux de l'action climatique. De nombreux modèles partent du principe que la croissance du PIB peut être largement découplée des émissions et d'autres facteurs de risque.

L'hypothèse la plus plausible est que le charbon et les autres combustibles fossiles n'ont pas d'impact sur l'environnement lié à la consommation (a) et que les méthodes de capture du carbone peuvent être rapidement développées (b). Si ces hypothèses ne sont pas réalistes et que l'utilisation du charbon et d'autres combustibles fossiles n'est pas immédiatement réduite (c), les boucles de rétroaction du système terrestre (d) pourraient conduire à une accélération rapide des impacts climatiques, y compris la sous-alimentation (e) et les catastrophes climatiques, qui seront particulièrement graves dans les pays moins riches qui ont eu peu d'émissions dans le passé (f). Voir le [fichier supplémentaire S1](#) pour les sources de données et les détails. Photographie : Boris Radosavljevic (CC BY 2.0).

## Économie

Il est peu probable que la croissance économique, telle qu'elle est traditionnellement poursuivie, nous permette d'atteindre nos objectifs sociaux, climatiques et de biodiversité. Le défi fondamental réside dans la difficulté de découpler la croissance économique des effets néfastes sur l'environnement (figure 5a). Bien que les progrès technologiques et les améliorations de l'efficacité puissent contribuer à un certain degré de découplage, ils sont souvent insuffisants pour atténuer l'empreinte écologique globale des activités économiques (Hickel et al. 2021). Les impacts varient considérablement en fonction de la richesse ; en 2019, les 10 % d'émetteurs les plus importants étaient responsables de 48 % des émissions mondiales, tandis que les 50 % les moins importants n'étaient responsables que de 12 % (Chancel 2022). Nous devons donc transformer notre économie

en un système qui favorise la satisfaction des besoins fondamentaux de tous les individus plutôt que la consommation excessive des riches (O'Neill et al. 2018).

## Arrêter le réchauffement

---

Les taux élevés de catastrophes climatiques et d'autres impacts que nous observons actuellement sont en grande partie la conséquence des émissions de gaz à effet de serre passées et présentes. Pour atténuer ces émissions passées et arrêter le réchauffement de la planète, il faut s'efforcer d'éliminer les émissions provenant des combustibles fossiles et du changement d'affectation des terres et d'augmenter la séquestration du carbone grâce à des solutions climatiques basées sur la nature. Toutefois, il est essentiel d'explorer d'autres stratégies possibles pour éliminer efficacement le dioxyde de carbone supplémentaire, qui peut contribuer au refroidissement planétaire à long terme. Les technologies d'émissions négatives n'en sont qu'à un stade précoce de développement, ce qui soulève des incertitudes quant à leur efficacité, leur évolutivité et leurs impacts environnementaux et sociétaux (figure 5b ; Anderson et Peters 2016). Nous ne devrions donc pas nous fier à des techniques d'élimination du carbone qui n'ont pas encore fait leurs preuves. Bien qu'il faille accélérer les efforts de recherche, selon les

Le fait de s'appuyer fortement sur de futures stratégies d'élimination du carbone à grande échelle à ce stade peut créer une perception trompeuse de la sécurité et retarder les mesures d'atténuation impératives qui sont essentielles pour lutter contre le changement climatique aujourd'hui.

### Arrêt de la consommation de charbon

Outre ses effets destructeurs sur les écosystèmes et la santé mondiale, le charbon représente plus de 80 % du dioxyde de carbone ajouté à l'atmosphère depuis 1870 et roughly 40 % des émissions actuelles de dioxyde de carbone (Burke et Fishel 2020). En 2022, la consommation mondiale de charbon atteindra presque des niveaux records (figure 2h). En 2021, les émissions de dioxyde de carbone liées au charbon étaient les plus importantes en Chine (53,1 %), suivie de l'Inde (12,0 %) et des États-Unis (6,7 % ; figure 5c). L'utilisation du charbon en Chine s'est rapidement accélérée au cours des dernières décennies, et le pays produit encore aujourd'hui près d'un tiers de toutes les émissions de dioxyde de carbone et de méthane liées aux combustibles fossiles (tableau complémentaire S2 ; Normile 2020). Face à cette situation, nous soutenons la Powering Past Coal Alliance et recommandons l'adoption du traité international d'élimination progressive du charbon et, plus largement, du traité de non-prolifération des combustibles fossiles (van Asselt et Newell 2022). Ces traités pourraient soutenir les pays moins riches dans leur transition vers l'abandon du charbon et d'autres combustibles fossiles, notamment en finançant la mise en place de capacités d'énergie renouvelable et la reconversion des travailleurs de l'industrie des combustibles fossiles.

### Boucles de rétroaction

Les boucles de rétroaction climatique affectent directement la relation entre les émissions et le réchauffement. Par exemple, le réchauffement provoque la fonte des sols du pergélisol, émettant du méthane et du dioxyde de carbone qui entraînent un réchauffement supplémentaire (figure 5d). Ainsi, les boucles de rétroaction renforcées amplifient les effets des émissions de gaz à effet de serre, entraînant un réchauffement supplémentaire. Par conséquent, la compréhension des boucles de rétroaction et de leurs interactions peut éclairer les stratégies d'atténuation et d'adaptation au climat. Malgré leur importance, la combinaison de multiples boucles de rétroaction amplificatrices n'est pas bien comprise, et les forces potentielles de certaines boucles de rétroaction dangereuses sont encore très incertaines (Ripple et al. 2023). En raison de cette incertitude, nous demandons un rapport spécial du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) qui se concentre sur les boucles de rétroaction climatiques dangereuses, les points de basculement et - par précaution - le scénario possible mais moins probable d'un emballement ou d'une apocalypse du changement climatique.

### Sécurité alimentaire et sous-alimentation

Après avoir diminué pendant de nombreuses années, la prévalence de la sous-alimentation est désormais en hausse (figure 5e). En 2022, on estime que 735 millions de personnes étaient confrontées à la faim chronique, soit une augmentation d'environ 122 millions depuis 2019 (FAO et al. 2023). Cette augmentation, qui a éloigné l'humanité de la réalisation de la faim zéro d'ici 2030, est due à de multiples facteurs, notamment les extrêmes climatiques, les ralentissements économiques et les conflits armés (FAO et al. 2023). Le changement climatique a réduit l'ampleur de la croissance de la productivité agricole mondiale (Ortiz-Bobea et al. 2021), de sorte que la faim risque

de s'aggraver en l'absence d'action climatique immédiate. En particulier, il pourrait y avoir à l'avenir des risques graves et sous-estimés de mauvaises récoltes synchronisées causées par l'augmentation de l'ondulation du courant-jet (Kornhuber et al. 2023). En raison des risques croissants de pertes de récoltes majeures simultanées dans plusieurs régions du monde, des efforts axés sur l'adaptation sont nécessaires pour améliorer la résilience et la résistance des cultures à la chaleur, à la sécheresse et à d'autres facteurs de stress climatique (Raza et al. 2019). Une évolution vers des régimes alimentaires à base de plantes, en particulier dans les pays riches, pourrait améliorer la sécurité alimentaire mondiale et contribuer à atténuer le changement climatique (figure 2d ; Cassidy et al. 2013).



## Justice

Les effets du changement climatique sont déjà catastrophiques pour de nombreuses personnes. Cependant, ces impacts ne se manifestent pas de manière uniforme sur l'ensemble de la planète. Au contraire, ils affectent de manière disproportionnée les individus les plus pauvres du monde qui, ironiquement, ont joué le rôle le moins important dans ce problème (figure 5f ; Harlan et al. 2015). Pour parvenir à la justice socio-économique et au bien-être universel, il est crucial de s'efforcer de faire converger la consommation de ressources et d'énergie par habitant dans le monde entier. Cela implique de travailler à des niveaux équilibrés et équitables de consommation d'énergie et de ressources pour le Nord et le Sud de la planète (Hickel et al. 2021).

## Conclusions

Les effets du réchauffement climatique sont de plus en plus graves, et des possibilités telles qu'un effondrement de la société à l'échelle mondiale sont réalisables et dangereusement sous-explorées (Kemp et al. 2022). D'ici la fin du siècle, on estime que 3 à 6 milliards d'individus - soit environ un tiers à la moitié de la population mondiale - pourraient se retrouver confinés au-delà de la région habitable, en proie à de fortes chaleurs, à une disponibilité alimentaire limitée et à des taux de mortalité élevés en raison des effets du changement climatique (Lenton et al. 2023). Les grands problèmes nécessitent de grandes solutions. C'est pourquoi nous devons changer notre perspective sur l'urgence climatique et passer d'un problème environnemental isolé à une menace systémique et existentielle. Bien que le réchauffement climatique soit dévastateur, il ne représente qu'un aspect de la crise environnementale croissante et interconnectée à laquelle nous sommes confrontés (par exemple, la perte de biodiversité, la pénurie d'eau douce, la panique). Nous avons besoin de politiques qui s'attaquent aux problèmes sous-jacents du dépassement écolo- logique, où la demande humaine en ressources terrestres entraîne une surexploitation de notre planète et un déclin de la biodiversité (figures 5a, S5 ; McBain et al. 2017). Tant que l'humanité continuera d'exercer une pression extrême sur la Terre, toute tentative de solution exclusivement climatique ne fera que redistribuer cette pression.

Pour lutter contre la surexploitation de notre planète, nous lançons le défi suivant

la notion dominante de croissance sans fin et de surconsommation par les pays et les individus riches comme étant non durable et injuste (Rockström et al. 2023). Nous préconisons plutôt de réduire la surconsommation des ressources, de réduire, de réutiliser et de recycler les déchets dans le cadre d'une économie plus circulaire, et de donner la priorité à l'épanouissement humain et à la durabilité. Nous mettons l'accent sur la justice climatique et la répartition équitable des coûts et des bénéfices de l'action climatique, en particulier pour les communautés vulnérables (Gupta et al. 2023). Nous appelons à une transformation de l'économie mondiale afin de donner la priorité au bien-être humain et de favoriser une répartition plus équitable des ressources (Hickel et al. 2021). Nous appelons également à la stabilisation et à la diminution progressive de la population humaine dans le respect de la justice entre les sexes, grâce à la planification familiale volontaire et au soutien de l'éducation et des droits des femmes et des filles, ce qui permet de réduire les taux de fécondité et d'améliorer le niveau de vie (Bongaarts et O'Neill

2018). Ces stratégies respectueuses de l'environnement et socialement équitables nécessitent des transformations profondes et holistiques à long terme qui pourraient être réalisées par des mesures graduelles mais significatives à court terme (c'est-à-dire un incrémentalisme radical ; Halpern et Mason 2015).

En tant que scientifiques, il nous est de plus en plus souvent demandé de dire au public

la vérité sur les crises auxquelles nous sommes confrontés en termes simples et directs. La vérité, c'est que nous sommes choqués par la férocité des événements climatiques extrêmes de 2023. Nous sommes effrayés par le territoire inconnu dans lequel nous sommes entrés. Les conditions vont devenir très pénibles et potentiellement ingérables pour de vastes régions du monde, avec la

2,6°C prévu au cours du siècle, même si les engagements nationaux de réduction des émissions proposés par les pays eux-mêmes, à savoir

l'accord de Paris (PNUE 2022b). Nous mettons en garde contre l'effondrement potentiel des systèmes naturels et socio-économiques dans un tel monde où nous serons confrontés à une chaleur insupportable, à des phénomènes météorologiques extrêmes fréquents, à des pénuries de nourriture et d'eau douce, à la montée des mers, à l'augmentation des maladies émergentes, à l'aggravation des troubles sociaux et des conflits géopolitiques. La souffrance massive due au changement climatique est déjà là, et nous avons maintenant dépassé de nombreuses limites sûres et justes du système terrestre, mettant en péril la stabilité et les systèmes de maintien de la vie (Rockström et al. 2023). Alors que nous serons bientôt témoins de notre incapacité à atteindre l'objectif ambitieux de 1,5 °C fixé par l'accord de Paris, on ne saurait trop insister sur l'importance de réduire immédiatement l'utilisation des combustibles fossiles et d'empêcher toute augmentation supplémentaire de 0,1 °C du réchauffement planétaire à l'avenir. Plutôt que de se concentrer uniquement sur la réduction des émissions de carbone et le changement climatique, c'est en s'attaquant au problème sous-jacent du dépassement écologique que nous aurons les meilleures chances de survivre à ces défis à long terme. C'est le moment ou jamais de changer profondément la vie sur Terre, et nous devons le saisir avec un courage et une détermination inébranlables pour créer un héritage de changement qui résistera à l'épreuve du temps.

## Matériel supplémentaire

Des données supplémentaires sont disponibles sur *BIOSCI* online. Les méthodes et les détails des variables des signes vitaux planétaires utilisés dans ce rapport, ainsi que d'autres discussions, figurent dans le fichier supplémentaire S1. Une liste des scientifiques signataires de Ripple et de ses collègues (2020) au 29 mars 2023 figure dans le fichier supplémentaire S2. Ces signatures ne concernent pas le présent rapport.

L'article "World scientists' warning of a climate emergency" (Ripple et al. 2020) compte désormais plus de 15 000 signataires de 163 pays, et nous continuons à recueillir des signatures de scientifiques. Pour signer ou en savoir plus, visitez le site web de l'Alliance of World Scientists à l'adresse <https://scientistswarning.forestry.oregonstate.edu>. Pour en savoir plus sur la défense des intérêts scientifiques et visionner *A Scientist's Warning*, un nouveau documentaire sur les scientifiques qui s'expriment, visitez le site [www.scientistswarningfilm.org](http://www.scientistswarningfilm.org).

## Remerciements

Nous remercions William H. Calvin, Katherine Graubard, Karen Wolfgang et Holly Jean Buck pour leurs suggestions utiles. Nous remercions Susan Christie pour son aide dans le cadre de ce projet. Un financement partiel a été reçu de la Fondation CO2 et de Roger Worthington.

## Références citées

- Anderson K, Peters G. 2016. Le problème des émissions négatives. *Science* 354 : 182-183.
- Armstrong McKay DI, Staal A, Abrams JF, Winkelmann R, Sakschewski B, Loriani S, Fetzer I, Cornell SE, Rockström J, Lenton TM. 2022. Le dépassement d'un réchauffement global de 1,5 °C pourrait déclencher de multiples points de basculement climatiques. *Science* 377 : eabn7950.
- Bongaarts J, O'Neill BC. 2018. Politique de lutte contre le réchauffement climatique : La population est-elle laissée pour

compte ? *Science* 361 : 650-652.

- Bowman DM, Williamson GJ, Price OF, Ndalila MN, Bradstock RA. 2021. Australian forests, megafires and the risk of dwindling carbon stocks. *Plant, Cell, and Environment* 44 : 347-355.
- Burke A, Fishel S. 2020. Un traité sur l'élimination du charbon en 2030 : une voie rapide pour l'atténuation du changement climatique, la santé mondiale et la sécurité. *Earth SYSTEM Governance* 3 : 100046.
- Cai W et al. 2021. Changing El Niño-Southern Oscillation in a warming climate. *Nature Reviews Earth and Environment* 2 : 628-644.
- Calvin WH. 2020. Les conditions météorologiques extrêmes : Et ce qu'il faut faire pour y remédier. Fondation CO2.

- Cassidy ES, West PC, Gerber JS, Foley JA. 2013. Redéfinir les rendements agricoles : From tonnes to people nourished per hectare. *Environmental Research Letters* 8 : 034015.
- Chancel L. 2022. Inégalité mondiale en matière de carbone sur la période 1990-2019. *Nature Sustainability* 5 : 931-938.
- Copernicus. 2023. Une saison de feux de forêt boréale record. Copernicus. <https://atmosphere.copernicus.eu/record-breaking-boreal-wildfire-season>.
- Ditlevsen P, Ditlevsen S. 2023. Warning of a forthcoming collapse of the Atlantic meridional overturning circulation. *Nature Communications* 14 : 4254.
- Environnement et changement climatique Canada. 2023. Indicateurs canadiens de durabilité environnementale : Émissions de gaz à effet de serre. Environnement et changement climatique Canada. [www.canada.ca/en/environnement-climate-change/services/environmental-indicators/greenhouse-gas-emissions.html](http://www.canada.ca/en/environnement-climate-change/services/environmental-indicators/greenhouse-gas-emissions.html).
- [FAO, FIDA, UNICEF, PAM, OMS] Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Fonds international de développement agricole, Fonds des Nations unies pour l'enfance, Programme alimentaire mondial, Organisation mondiale de la santé. 2023. *L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2023 : Urbanisation, transformation DES systèmes agroalimentaires et régimes alimentaires sains dans le CONTINUUM rural-urbain*. FAO.
- Flores BM, Staal A. 2022. Feedback in tropical forests of the Anthropocene. *Global Change Biology* 28 : 5041-5061.
- Gupta J, et al. 2023. La justice du système terrestre est nécessaire pour identifier et vivre dans les limites du système terrestre. *Nature Sustainability* 6 : 630-638.
- Halpern D, Mason D. 2015. Radical incrementalism. *Évaluation* 21 : 143-149.
- Harlan SL, Pellow DN, Roberts JT, Bell SE, Holt WG, Nagel J. 2015. Climate justice and inequality. Pages 127-163 dans Dunlap RE, Brulle RJ, eds. *Climate Change and Society : Sociological Perspectives*. Oxford University Press.
- Hickel J, Brockway P, Kallis G, Keyßer L, Lenzen M, Slameršak A, Steinberger J, Ürge-Vorsatz D. 2021. Urgent besoin de scénarios d'atténuation du climat après la croissance. *Nature Energy* 6 : 766-768.
- Jenkins S, Smith C, Allen M, Grainger R. 2023. Tonga eruption increases chance of temporary surface temperature anomaly above 1.5°C. *Nature Climate Change* 13 : 127-129.
- Kemp L, et al. 2022. Climate endgame : Exploration de scénarios catastrophiques de changement climatique. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 119 : e2108146119.
- Kornhuber K, Lesk C, Schleussner CF, Jägermeyr J, Pfleiderer P, Horton RM. 2023. Risks of synchronized low yields are underestimated in climate and crop model projections. *Nature Communications* 14 : 3528.
- Lenton TM, et al. 2023. Quantifying the human cost of global warming. *Nature Sustainability* 2023 : s41893-023-01132-6.
- McBain B, Lenzen M, Wackernagel M, Albrecht G. 2017. Combien de temps le dépassement écologique mondial peut-il durer ? *Global and Planetary Change* 155 : 13-19.
- Muta T, Erdogan M. 2023. La crise énergétique mondiale a poussé les subventions à la consommation de combustibles fossiles à un niveau record en 2022. *Agence internationale de l'énergie*. [www.iea.org/commentaries/the-global-energy-crisis-pushed-fossil-fuel-consumption-subsidies-to-an-all-time-high-in-2022](http://www.iea.org/commentaries/the-global-energy-crisis-pushed-fossil-fuel-consumption-subsidies-to-an-all-time-high-in-2022).
- Normile D. 2020. L'engagement audacieux de la Chine en matière de climat est salué, mais est-il réalisable ? *Science* 370 : 17-18.
- O'Neill DW, Fanning AL, Lamb WF, Steinberger JK. 2018. Une bonne vie pour tous dans les limites planétaires. *Nature Sustainability* 1 : 88-95.
- Ortiz-Bobea A, Ault TR, Carrillo CM, Chambers RG, Lobell DB. 2021. Le changement climatique anthropique a ralenti la croissance de la

- Raza A, Razzaq A, Mehmood SS, Zou X, Zhang X, Lv Y, Xu J. 2019. Impact du changement climatique sur l'adaptation des cultures et stratégies pour s'attaquer à ses résultats : A review. *Plants* 8 : 34.
- Reid PC, et al. 2009. Impacts des océans sur le changement climatique. Pages 1-150 dans Sims DW, ed. *Advances in Marine Biology*, vol. 56. Elsevier.
- Ripple WJ, Wolf C, Newsome TM, Barnard P, Moomaw WR. 2020. Les scientifiques mondiaux avertissent d'une urgence climatique. *BioScience* 70 : 8-12.
- Ripple WJ, et al. 2021. World scientists' Warning of a climate emergency 2021. *BioScience* 71 : 894-898.
- Ripple WJ, Wolf C, Lenton TM, Gregg JW, Natali SM, Duffy PB, Rockström J, Schellnhuber HJ. 2023. De nombreuses boucles de rétroaction risquées amplifient la nécessité d'une action climatique. *One Earth* 6 : 86-91.
- Rockström J, et al. 2009. Planetary boundaries : Exploring The safe operating space for humanity. *Ecology and Society* 14 : 26268316.
- Rockström J, et al. 2023. Safe and just Earth system boundaries. *Nature* 619 : 102-111.
- Rousi E, Kornhuber K, Beobide-Arsuaga G, Luo F, Coumou D. 2022. Accelerated western European heatwave trends linked to more-persistent double jets over Eurasia (tendances accélérées des vagues de chaleur en Europe occidentale liées à des doubles jets plus persistants au-dessus de l'Eurasie). *Nature Communications* 13 : 1-11.
- Stendel M, Francis J, White R, Williams PD, Woollings T. 2021. The jet stream and climate change. Pages 327-357 dans Letcher TM, ed. *Climate Change : Observed Impacts on Planet Earth, 3e édition*, Elsevier.
- Tollefson J. 2022. Ce que la guerre en Ukraine signifie pour l'énergie, le climat et l'alimentation. *Nature* 604 : 232-233.
- [Programme des Nations Unies pour l'environnement. 2022a. *Concrétiser le pacte climatique de Glasgow : Un appel à l'action pour réduire d'une gigatonne les ÉMISSIONS DES forêts d'ici 2025*. PNUE.
- [Programme des Nations Unies pour l'environnement. 2022b. *Rapport sur le retard en MATIÈRE d'émissions 2022 : La fenêtre qui se referme : La crise climatique appelle à une TRANSFORMATION rapide des sociétés*. PNUE.
- van Asselt H, Newell P. 2022. Pathways to an international agreement to leave fossil fuels in the ground (Voies vers un accord international pour laisser les combustibles fossiles dans le sol). *Global Environmental Politics* 22 : 28-47.
- Vilani RM, Ferrante L, Fearnside PM. 2023. Les premiers actes du nouveau président du Brésil : Lula'institutionnalité de la nouvelle Amazonie. *Environmental Conservation* 50 : 148-151.
- Wang C, Dong S, Evan AT, Foltz GR, Lee S-K. 2012. Covariabilité multidécennale de la température de surface de la mer dans l'Atlantique Nord, de la poussière africaine, des précipitations au Sahel et des ouragans dans l'Atlantique. *Journal of Climate* 25 : 5404-5415.
- Wu L, Zhao H, Wang C, Cao J, Liang J. 2022. Compréhension de l'effet du changement climatique sur l'intensité des cyclones tropicaux : A Review. *Advances in ATMOSPHERIC Sciences* 39 : 205-221.
- Xu C, Kohler TA, Lenton TM, Svenning J-C, Scheffer M. 2020. Future of the human climate niche. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117 : 11350-11355.
- Zhang F, Lu J, Chen L. 2023. Quand la reprise verte ne tient pas compte du recul du charbon : Exploring global coal rebounds, production, and policy retrenchment post COVID-19. *Energy Research and Social Science* 101 : 103142.

**Reçue** : 24 août 2023. **Accepté** : 30 août 2023

© The Author(s) 2023. Publié par Oxford University Press au nom de l'Institut américain des sciences biologiques. Tous droits réservés. Pour obtenir des autorisations, veuillez envoyer un courrier électronique à l'adresse suivante : [journals.permissions@oup.com](mailto:journals.permissions@oup.com)