



# Bilan de santé planétaire

Une évaluation scientifique de l'état de notre planète.

20  
24

RÉSUMÉ



Planetary Boundaries  
SCIENCE



2024

**Planetary Boundaries  
SCIENCE**

## Remerciements

**Auteur·e·s:** Levke Caesar\*, Boris Sakschewski\*, Lauren Seaby Andersen, Tim Beringer, Johanna Braun, Donovan Dennis, Dieter Gerten, Adrian Heilemann, Jonas Kaiser, Niklas H. Kitzmann, Sina Loriani, Wolfgang Lucht, Josef Ludescher, Maria Martin, Sabine Mathesius, Anja Paolucci, Sofie te Wierik, Johan Rockström (\*ont contribué à part égale à ce travail et ont été désigné·e·s comme co-premier·ère·s auteur·e·s)

**Art et figures:** Globaia

**Merci aux collègues du PIK qui ont participé bénévolement à la réalisation de cette traduction:** Edna J. Molina Bacca, Sabine Friedel, Sara M. Vallejo-Bernal, Dánnell Quesada, Diana Laura Monroy Merida

**Édité par:** Planetary Boundaries Science (PBScience)



**Planetary Boundaries Science** est un partenariat scientifique international établi à la fin de 2023 afin de fournir des **Bilans de santé planétaire** annuels, tout en faisant progresser la science sous-jacente et en assurant une communication scientifique contemporaine et efficace. PBScience améliorera les évaluations des limites planétaires en **a)** appliquant des techniques d'analyse de données de pointe, **b)** en utilisant les derniers ensembles de données disponibles, **c)** en améliorant la modélisation du système Terre et **d)** en utilisant des outils de communication modernes et complets pour diffuser ses conclusions auprès d'un large public. En étroite collaboration avec les **Planetary Guardians**, PBScience s'efforce de sensibiliser l'opinion publique mondiale et d'inciter à l'action pour maintenir la stabilité de la planète.

**Contact:** [PBScience@pik-potsdam.de](mailto:PBScience@pik-potsdam.de)

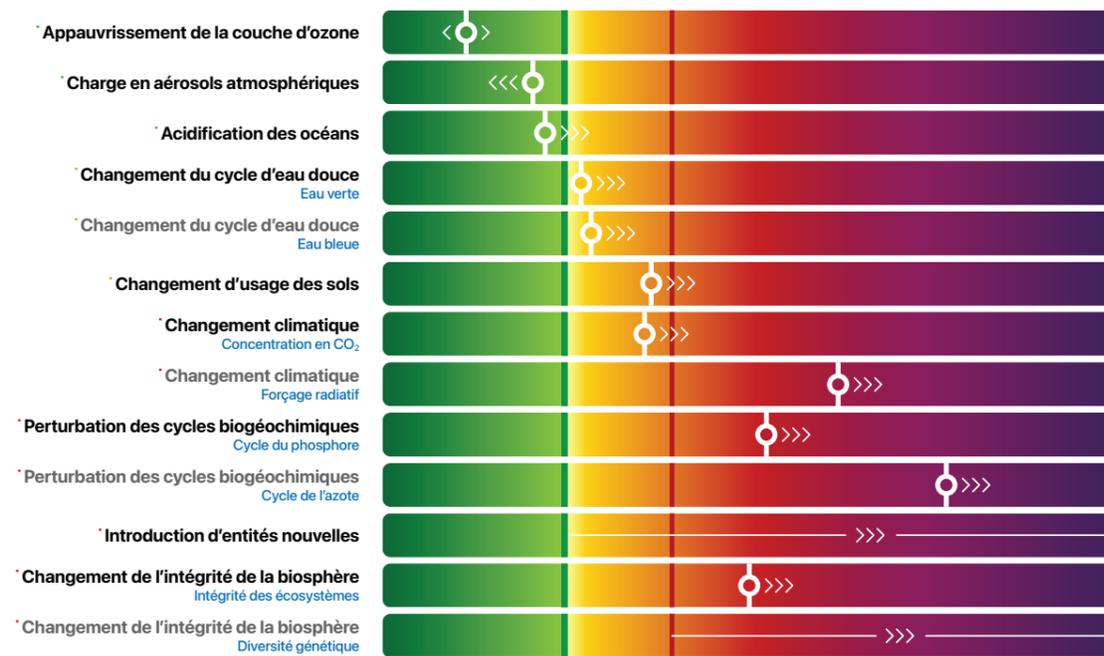


© **Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK)**; Member of the Leibniz Association, Telegraphenberg A 31, 14473 Potsdam, Germany; 2024

## Résumé exécutif

Ce rapport inaugural annuel représente une étape cruciale pour surveiller et protéger la stabilité et la résilience des fonctions vitales de la Terre – ce que nous appelons la « santé planétaire ». Notre partenariat scientifique international récemment établi et en phase d'expansion, appelé **Planetary Boundaries Science (PBS)**, s'attachera à faire progresser le cadre des Limites planétaires (LP) en intégrant de nouvelles données et méthodologies, tout en favorisant une communication scientifique innovante.

Le cadre des LP analyse et surveille les neuf processus et systèmes des limites planétaires dont il est scientifiquement prouvé qu'ils régulent la santé de notre planète. Chacun de ces processus, tels que le **Changement climatique** ou l'**Acidification des océans**, est actuellement quantifié par une ou deux variables de contrôle différentes. Le rapport du **Bilan de santé planétaire 2024** révèle que six des neuf processus des LP ont franchi leurs niveaux de sécurité. De plus, la pression augmente sur les variables de contrôle de ces six processus, laissant craindre de nouveaux dépassements de ces LP dans un futur proche.



**FIGURE 1 La santé planétaire en un coup d'œil.** Tout comme une analyse de sang donne un aperçu de la santé du corps humain et identifie les zones préoccupantes, ce **Bilan de santé planétaire** évalue les 13 variables de contrôle dans les 9 processus des Limites planétaires (LP) pour faire un compte-rendu de la stabilité, de la résilience et de la capacité de soutien de la vie de la Terre – en somme, de la santé globale de notre planète. L'évaluation de 2024 montre que six des neuf LP ont été transgressées : le Changement climatique, l'Intégrité de la biosphère, le Changement d'usage des Sols, le Changement du cycle d'eau douce, la Perturbation des cycles biogéochimiques et l'Introduction d'entités nouvelles. Toutes les variables de contrôle de ces six processus présentent des tendances à la hausse, ce qui laisse présager de nouvelles transgressions de LP dans un avenir proche. Trois processus des LP restent dans les limites de l'Espace de vie préservé : l'Acidification des océans (tendance à la hausse et proche de sa LP), la Charge en aérosols atmosphériques (tendance globale à la baisse), et l'Appauvrissement de la couche d'ozone (pas de tendance notable). Sur la barre de couleur du haut, un diagramme en boîte standard résume la distribution des 13 variables de contrôle simultanément. Nous en faisons la métrique principale du Bilan de santé planétaire.

Les six processus des LP qui ont franchi leurs niveaux de sécurité sont les suivants :



**Changement climatique** : La concentration atmosphérique de CO<sub>2</sub> a atteint son plus haut niveau depuis 15 millions d'années et le forçage radiatif mondial continue d'augmenter, avec une tendance persistante au réchauffement qui s'est accélérée depuis la fin du XXe siècle. Les températures moyennes mondiales sont aujourd'hui plus élevées qu'elles ne l'ont jamais été depuis l'apparition des civilisations humaines sur Terre.



**Changement de l'intégrité de la biosphère** : La perte mondiale de diversité génétique et la perte d'intégrité des écosystèmes (mesurée en tant qu'énergie disponible pour les écosystèmes) dépassent toutes les deux leur niveau de sécurité. Cette dégradation s'accélère, en particulier dans les régions soumises à une utilisation intensive des sols. La diminution massive de l'intégrité de la biosphère soulève des préoccupations quant à la perte de résilience, d'adaptabilité et de capacité de la biosphère terrestre à atténuer divers risques, y compris ceux résultant de la transgression d'autres LP.



**Changement d'usage des sols** : En raison de l'usage des sols et du changement climatique, les superficies forestières mondiales et régionales n'ont cessé de reculer au cours des dernières décennies dans tous les principaux biomes forestiers. La plupart des régions sont déjà en Zone de haut risque, bien au-delà de leurs limites sûres, tandis que certaines régions ont récemment dépassé les niveaux de sécurité (par exemple, en Amérique tempérée et tropicale).



**Changement du cycle d'eau douce** : Les déviations locales du débit des cours d'eau et de l'humidité des sols ont augmenté de manière significative depuis la fin du XIXe siècle, dépassant leurs LP respectives au début du XXe siècle. La variabilité et l'instabilité croissantes des systèmes mondiaux d'eau douce et d'eau terrestre suscitent des inquiétudes de plus en plus vives quant à la gestion des ressources en eau et à la stabilité environnementale.



**Perturbation des cycles biogéochimiques** : L'utilisation du phosphore et de l'azote dans l'agriculture a dépassé le niveau de sécurité, entraînant des changements écologiques importants. Le dépassement de cette limite entraîne de graves impacts environnementaux tels que la pollution de l'eau, l'eutrophisation, la prolifération d'algues nuisibles et des « zones mortes » dans les écosystèmes d'eau douce et marins. Ce problème est présent depuis longtemps dans les pays industrialisés et devient de plus en plus préoccupant dans les économies émergentes.



**Introduction d'entités nouvelles** : L'introduction d'entités nouvelles à l'échelle mondiale – telles que les produits chimiques synthétiques, les plastiques et les organismes génétiquement modifiés – augmente. Cependant, les impacts environnementaux potentiels d'une grande partie de ces substances restent peu étudiés. Cela suggère que cette LP est probablement transgressée, bien que les chiffres exacts soient incertains. Ces nouvelles entités pourraient perturber les processus critiques du système terrestre (par exemple, les CFC ont gravement endommagé la couche d'ozone), nuire aux écosystèmes (comme les pesticides, qui ont provoqué un déclin important des populations d'insectes et de pollinisateurs) et entraîner des changements à long terme et potentiellement irréversibles dans l'environnement (comme la contamination des sols et des masses d'eau, ou l'altération des habitats naturels).

Trois processus des LP restent dans l'**Espace de vie préservé**, bien que l'**Acidification des océans** soit proche de transgresser sa LP. Ces processus sont :



**Acidification des océans** : L'acidification des océans s'approche d'un seuil critique, avec des baisses significatives de la saturation en aragonite de surface, en particulier dans les régions de hautes latitudes, telles que l'océan Arctique et l'océan Austral. Ces zones sont vitales pour la pompe à carbone marine et les cycles mondiaux des nutriments, qui préservent la productivité et la biodiversité marine, ainsi que les zones de pêche mondiales. L'acidification croissante représente une menace accrue pour les écosystèmes marins, en particulier ceux incluant des espèces dépendantes du carbonate de calcium pour la formation de leur coquille.



**Charge en aérosols atmosphériques** : La différence de profondeur optique des aérosols entre les hémisphères diminue, ce qui indique un progrès vers des niveaux plus sûrs, bien que certains modèles régionaux montrent des tendances opposées. Les aérosols influencent le bilan énergétique de la Terre en réfléchissant la lumière du Soleil dans l'espace et en modifiant la formation des nuages. Cela a un impact sur les systèmes climatiques mondiaux et régionaux, notamment sur la régulation de la température, le régime des précipitations et la distribution de l'énergie solaire. La gestion des niveaux d'aérosols est essentielle pour maintenir la stabilité du système climatique de la Terre et prévenir les changements qui pourraient perturber les régimes météorologiques et les écosystèmes.



**Appauvrissement de la couche d'ozone** : La reconstitution de la couche d'ozone a atteint un plateau, avec des tendances mitigées et des défis persistants pour restaurer la couche d'ozone dans l'Antarctique. La couche d'ozone stratosphérique joue un rôle essentiel en protégeant la Terre des rayonnements ultraviolets (UV) excessifs. Cette protection est nécessaire au maintien de l'intégrité des systèmes biologiques terrestres, car le rayonnement UV peut nuire au phytoplancton, perturber les écosystèmes marins et altérer la croissance des plantes terrestres – des éléments fondamentaux du réseau alimentaire mondial et du cycle du carbone. La stabilisation et la restauration de la couche d'ozone sont essentielles pour préserver ces processus interconnectés du système Terre.

## Une nouvelle ère

L'humanité a prospéré pendant plus de 10 000 ans au cours d'une période de stabilité climatique et d'un système Terre résilient, ce qui a permis notre développement technologique et culturel. Cependant, comme le démontre le **Bilan de santé planétaire 2024**, nous entrons désormais dans une nouvelle ère dangereuse, marquée par des symptômes croissants de transgression des limites planétaires, tels que des événements climatiques extrêmes plus fréquents, des feux de forêt, une baisse de la productivité des plantes et une pénurie d'eau. Ces défis sont aggravés par une population mondiale toujours croissante qui doit faire face à des difficultés sans précédent. Au-delà de ces préoccupations immédiates, une menace plus profonde se profile: l'affaiblissement progressif de la résilience du système Terre. Alors que nous approchons – et franchissons potentiellement – des **points de bascule critiques**, ces changements lents pourraient ne pas entraîner de bouleversements abrupts, mais plutôt conduire à des tendances irréversibles, telles que l'accélération de la montée du niveau de la mer et des trajectoires auto-amplificatrices qui nous éloignent davantage des conditions stables de type Holocène, cruciales pour la vie humaine.

L'interconnexion des processus de LP signifie que pour résoudre un problème précis, tel que limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C, il est nécessaire de prendre en compte l'impact de celui-ci sur toutes les autres limites planétaires. Cette approche complète, bien que difficile, offre la possibilité de transformer ce qui semble être un fardeau en une opportunité vers un progrès durable. Adresser les causes qui poussent actuellement les systèmes vers des points de bascule peut produire des effets synergiques de conservation et de résilience. Une action mondiale immédiate et coordonnée, impliquant les gouvernements, les entreprises et la société civile, est essentielle pour revenir à l'**Espace de vie préservé** pour toutes les LP et assurer un avenir prospère à la fois pour l'humanité et la planète.

## La voie à suivre

Dans un avenir proche, PBScience prévoit de mettre en place une initiative plus large sur les limites planétaires (**Planetary Boundary Initiative, PBI**) en collaboration avec un réseau croissant de partenaires. La PBI vise à fournir un appui à la décision pour ramener le développement mondial dans l'Espace de vie préservé en utilisant le cadre des LP comme un système de comptabilité scientifique qui oriente les politiques, stimule l'innovation et favorise des changements profonds.

Pour y parvenir, le **Bilan de santé planétaire** jouera un rôle central, en commençant par des rapports annuels qui feront le point sur la science des LP et sur les progrès accomplis pour atteindre les niveaux limites de sécurité des LP. Cette approche inclut l'introduction de nouvelles variables de contrôle axées sur les interfaces entre les systèmes humains et naturels, le perfectionnement des modèles de simulation du système Terre grâce à l'analyse assistée par IA, et le développement d'un tableau de bord en temps quasi réel avec des données pour orienter les investissements et les trajectoires vers la sécurité. La PBI souligne également l'importance de la sensibilisation du public et de la compréhension scientifique, avec une équipe de communication qui s'efforce de rendre ces connaissances largement accessibles.



## GLOSSAIRE

Terme en anglais	Traduction	Définition
Planetary Boundary / Boundaries	Limite(s) planétaire(s)	Les limites planétaires définissent les limites à l'intérieur desquelles l'humanité peut se développer tout en minimisant son impact sur l'environnement. Dans cet espace, appelé « Espace de vie préservé », l'état du système terrestre reste dans des conditions similaires à celles de l'Holocène. Le terme « frontière planétaire » est aussi utilisé dans la littérature scientifique comme traduction du terme "Planetary Boundaries". Nous suivons ici la convention d'utiliser le terme "Limite planétaire" pour désigner la limite haute, et le terme "frontière" pour la limite basse.
Safe Operating Space	Espace de vie préservé	Un état du système Terre avec des conditions similaires à celle de l'Holocène et qui permet à l'humanité de se développer et de prospérer pour les générations à venir.
Zone of Increasing Risk	Zone de danger accru	La transgression des limites planétaires place notre planète dans une « zone de danger accru » où la probabilité de dégâts augmente au fur et à mesure que la transgression des limites se poursuit.
High-Risk Zone	Zone de haut risque	Zone dans laquelle les niveaux de sécurité des limites planétaires ont été dépassés, augmentant la probabilité de phénomènes environnementaux graves et potentiellement irréversibles.
Whole Earth Approach	Approche globale du système Terre	Une approche globale, qui considère la planète comme un système profondément connecté – un réseau dense de parties en interaction. Cette approche met l'accent sur le fait que tous les aspects (ou limites) de la planète doivent être pris en compte lors de l'évaluation des actions humaines. Par exemple, le changement climatique ne peut être combattu avec succès que si la biosphère reste intacte.
Control Variable	Variable de contrôle	Variable utilisée comme indicateur de l'état d'une limite planétaire donnée. En règle générale, une à deux variables de contrôle sont utilisées par limite planétaire pour surveiller et évaluer son état.
Planetary Health Check	Bilan de santé planétaire	Une évaluation complète de l'état de la planète dans le contexte des limites planétaires.

Climate Change	Changement climatique	La modification de l'équilibre radiatif de la Terre, par exemple par l'accumulation de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.
(Change in) Biosphere Integrity	Changement de l'intégrité de la biosphère	Le changement de la diversité, de l'étendue et de la santé des organismes vivants et des écosystèmes
Land System Change	Changement d'usage des sols	La transformation des paysages naturels, notamment à cause de la déforestation et l'urbanisation.
Freshwater Change	Changement du cycle d'eau douce	L'altération du cycle hydrologique global.
(Modification of) Biogeochemical flows	Perturbation des cycles biogéochimiques	La perturbation des cycles des nutriments de l'azote et du phosphore à l'échelle mondiale.
Ocean Acidification	Acidification des océans	Le phénomène d'augmentation de l'acidité (diminution du pH) de l'eau des océans en raison de l'absorption du CO <sub>2</sub> atmosphérique.
Atmospheric Aerosol Loading	Charge en aérosols atmosphériques	L'augmentation des particules en suspension dans l'air due à des activités humaines ou à des sources naturelles.
Stratospheric Ozone Depletion	Appauvrissement de la couche d'ozone	L'amincissement de la couche d'ozone dans la haute atmosphère, principalement dû à des produits chimiques d'origine humaine.
Introduction of Novel Entities	Introduction d'entités nouvelles	L'introduction d'entités nouvelles comprend les substances et produits chimiques synthétiques, les matières et déchets radioactifs issus de l'activité humaine, ainsi que les interventions humaines dans les processus d'évolution – les organismes génétiquement modifiés (OGM) et d'autres modifications directes de l'évolution.
CO <sub>2</sub> concentration	Concentration de CO <sub>2</sub>	Concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.
Radiative Forcing	Forçage radiatif	La mesure directe du changement de l'équilibre énergétique au sommet de l'atmosphère, indiquant la quantité d'énergie ajoutée ou soustraite au système climatique de la Terre. Elle englobe toutes les activités humaines qui affectent l'équilibre énergétique de la Terre : émissions de CO <sub>2</sub> , autres gaz à effet de serre (méthane, oxyde nitreux, etc.), aérosols et changements d'affectation des sols.

Phosphorus Cycle	Cycle du phosphore	Le phosphore est un élément nutritif important pour la croissance des plantes qui est utilisé dans les champs sous forme d'engrais. Le « cycle du phosphore » englobe tous les processus naturels qui font circuler le phosphore à travers les plantes, les animaux, les sols, les roches et les masses d'eau.
Nitrogen Cycle	Cycle de l'azote	L'azote est un élément nutritif important pour la croissance des plantes, et qui est utilisé dans les champs sous forme d'engrais. Le « cycle de l'azote » englobe tous les processus naturels qui déplace l'azote à travers les plantes, les animaux, les sols, les masses d'eau et l'atmosphère.
Green Water	Eau verte	Eau douce disponible pour les plantes (= humidité des sols).
Blue Water	Eau bleue	Eau douce qui se trouve dans les lacs, les rivières et les réservoirs.
Functional Integrity	Intégrité des écosystèmes	Le fonctionnement de la vie sur Terre, mesuré par la quantité d'énergie que la nature absorbe par la photosynthèse (« productivité de l'écosystème »). Elle est mesurée par l'impact des activités humaines (par exemple, l'agriculture, la sylviculture et l'urbanisation) sur la productivité des écosystèmes et sur le prélèvement de son énergie (en récoltant des produits destinés à l'utilisation et à la consommation humaine).
Genetic Diversity	Diversité génétique	La diversité de la vie sur Terre, mesurée par le nombre d'espèces en voie d'extinction.
Tipping Point	Point de bascule	Seuil critique d'un système au-delà duquel le changement d'une des propriétés du système s'auto-entretient, entraînant des impacts substantiels, étendus, fréquemment abrupts et souvent irréversibles.
Tipping Element	Élément à point de bascule	Un élément du système Terre qui peut franchir un point de bascule, entraînant un changement majeur et souvent irréversible de son état. Les nappes glaciaires, les courants océaniques ou les grands écosystèmes mondiaux en sont des exemples.
Drivers of Transgression	Facteurs de transgression	Activités humaines qui contribuent au dépassement des limites planétaires, ayant pour effet de pousser le système Terre hors de son « espace de vie préservé ». La combustion d'énergies fossiles, la déforestation et la pollution en sont des exemples.