

Synthèse et traduction

« *Limites planétaires* »

Limites planétaires – *Un espace d'action sûr pour l'humanité (Rockström et al. 2009)*

L'environnement de la planète a été exceptionnellement stable au cours des 10'000 dernières années (période appelée *Holocène*). Depuis la révolution industrielle, les activités humaines sont progressivement devenues le principal moteur du changement environnemental à l'échelle globale (période appelée *Anthropocène*), à un niveau tel qu'elles tendent à renverser les conditions actuelles de stabilité du système terrestre. Un tel renversement pourrait être irréversible et, dans certains cas, mener à des conditions moins propices pour le développement humain.

Limites planétaires – Face au défi visant à maintenir l'équilibre de l'Holocène, Johan Rockström (et ses collègues) propose un cadre fondé sur les limites planétaires : ces limites sont associées aux sous-systèmes (ou processus biophysiques) de la planète et définissent ensemble un espace d'action sûr (*safe operating space*) pour les activités humaines au sein du système Terre. Rockström a cherché à identifier les principaux processus du système Terre et les seuils associés qui, s'ils sont franchis, pourraient entraîner des changements environnementaux inacceptables (la plupart des seuils peuvent être définis par une valeur critique pour une ou plusieurs variables de contrôle, par ex. la concentration en CO₂).

Rockström a identifié 9 processus biophysiques déterminants pour lesquels il apparaît nécessaire de définir des limites planétaires : **changement climatique, taux de perte de biodiversité** (terrestre et marine), **interférence avec les cycles de l'azote et du phosphore, appauvrissement de l'ozone stratosphérique, acidification des océans, utilisation globale d'eau douce, changement dans l'utilisation des sols, pollution chimique, charge atmosphérique en aérosols**. Rockström a adopté une approche prudente pour quantifier les limites planétaires, en tenant compte des grandes incertitudes qui entourent la position réelle de nombreux seuils. L'approche repose sur trois volets de la recherche scientifique : 1) l'échelle de l'action humaine, 2) la compréhension des processus essentiels de la Terre, 3) la recherche sur la résilience. L'analyse indique que trois processus biophysiques du système planétaire ont déjà transgressé leurs limites : **changement climatique, taux de perte de biodiversité, interférence avec le cycle de l'azote**.

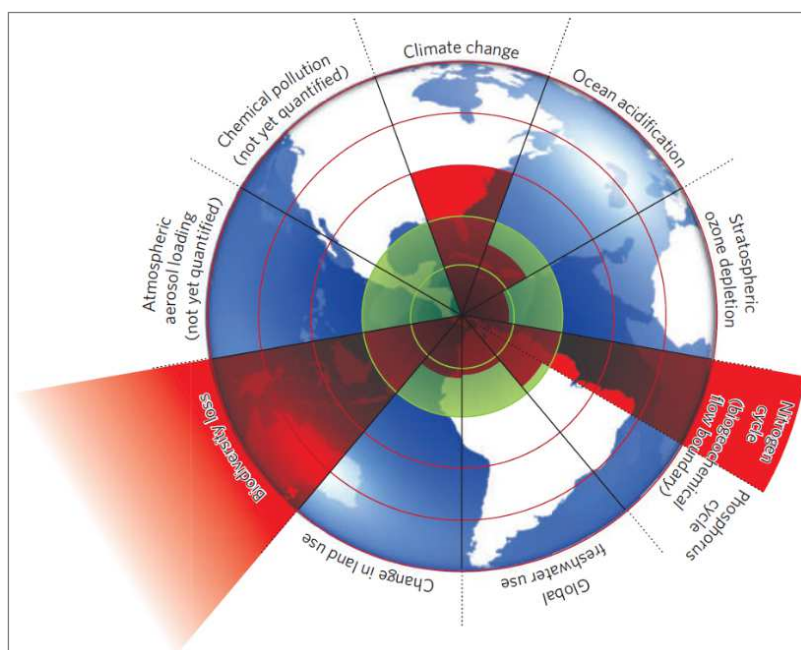


Figure 1 : La zone verte coïncide avec les limites planétaires proposé pour les neuf processus. Les zones rouges représentent une estimation de la position actuelle pour chaque variable.

Changements climatiques – Les changements climatiques d'origine anthropique sont désormais sans équivoque. La limite planétaire pour le climat est fondée sur deux seuils critiques qui distinguent les différents états du système climatique : la concentration atmosphérique de CO₂ [ppm] et le forçage radiatif [W/m²]. Rockström propose que les concentrations atmosphériques de CO₂ ne dépassent pas 350 ppm et que le forçage radiatif ne dépasse pas +1 W/m². Trois raisons justifient ce choix : 1) les modèles n'incluent pas les processus de rétroaction à long terme, 2) les grandes calottes polaires ne sont pas maintenues au-delà de 450 ppm (+/- 100 ppm), 3) certains sous-systèmes de la Terre évoluent déjà en dehors de leur état de stabilité.

Taux de perte de biodiversité – Les espèces disparaissent à un rythme qui n'a pas été observé depuis la dernière extinction de masse à l'échelle globale. Le taux actuel d'extinction des espèces est estimé à 100 à 1'000 fois plus élevé que ce qui pourrait être considéré comme naturel, tandis que le changement climatique va devenir un facteur d'impact progressivement plus important sur la biodiversité au cours du siècle. La perte de biodiversité peut avoir des conséquences généralisées sur le fonctionnement du système global.

Cycles de l'azote et du phosphore – L'agriculture moderne est l'une des principales causes des changements environnementaux à large échelle induits par l'azote et le phosphore. Les quantités supplémentaires d'azote et de phosphore perturbent significativement leurs cycles globaux. La fabrication d'engrais joue actuellement un rôle plus important que les effets combinés des processus naturels. Une grande partie de l'azote et du phosphore se retrouve dans l'environnement (cours d'eau, océans, terres, atmosphère).

Équilibre délicat – Les limites planétaires sont étroitement liées entre elles : si une limite est transgressée, d'autres limites sont également à risque (ex. la limite des changements climatiques dépend du respect de plusieurs autres limites : eau douce, utilisation des terres, aérosols, cycles de N+P, acidification de l'océan et stratosphère). Jusqu'à présent, les données indiquent que tant que les seuils ne sont pas franchis, l'humanité a la liberté de poursuivre un développement social et économique à long-terme.

* * * * *

Limites planétaires – *Guider le développement humain sur une planète en mutation (Steffen et al. 2015)*

Le cadre des limites planétaires définit un espace d'action sûr (*safe operating space*) basé sur les processus biophysiques intrinsèques qui régulent la stabilité du système Terre. Will Steffen (et ses collègues) propose ici une révision et une actualisation du cadre. Deux limites fondamentales – **le changement climatique et l'intégrité de la biosphère** – ont été identifiées, chacune d'elles ayant le potentiel de conduire le système Terre vers un nouvel état si elles étaient transgressées de manière substantielle et persistante. D'autre part, une 10^e limite planétaire est proposée, celle concernant la diffusion « d'entités nouvelles » dans l'environnement (molécules de synthèse, nanoparticules, etc.).

L'approche des limites planétaires vise à définir un espace d'action sûr pour le développement et la prospérité des sociétés humaines, basé sur notre compréhension évolutive du fonctionnement et de la résilience du système Terre. Selon le principe de précaution, les sociétés humaines seraient mal avisées d'éloigner substantiellement le système Terre des conditions de stabilité de l'Holocène. A ce titre, le cadre conceptuel des limites planétaires propose des limites globales aux perturbations anthropiques des processus critiques du système Terre.

Même lorsqu'un seuil biophysique concret est susceptible d'exister, la limite planétaire est généralement placée en amont de celui-ci afin de disposer d'une marge (*buffer*) qui tient compte de l'incertitude et du temps de réaction nécessaire à la société pour agir. Les processus considérés affectent la capacité du système planétaire à se maintenir dans des conditions semblables à celles de l'Holocène (résilience), par la régulation des flux biochimiques ou en fournissant aux écosystèmes la capacité de tolérer les perturbations et les chocs. Le principe de précaution exige que les limites planétaires soient fixées du côté conservateur de la zone d'incertitude.

Lier les échelles globale et régionale – Les processus considérés dans ce cadre opèrent à travers les échelles. Les cinq limites planétaires présentant une grande importance à l'échelle régionale sont : intégrité de la biosphère, flux biochimiques (N+P), changement des terres, utilisation de l'eau douce, charge en aérosol dans l'atmosphère.

Mise à jour des limites : Changement climatique – Les variables de contrôle et les limites proposées précédemment (Rockström) sont conservées : concentration de CO₂ (350 ppm) et augmentation du forçage radiatif (+1,0 W/m²). La zone d'incertitude devrait être réduite pour le CO₂ à 350-450 ppm (valeur actuelle : 398,5 ppm) et pour le forçage radiatif à +1,0-1,5 W/m² (valeur actuelle : +2,3 W/m²).

Mise à jour des limites : Intégrité de la biosphère – Nous proposons une approche à deux composantes, adressant deux rôles clés de la biosphère dans le système Terre : la diversité génétique et la diversité fonctionnelle. 1) Taux d'extinction < 10 E/MSY¹ (valeur actuelle : 100-1000 E/MSY) et 2) Indice d'intégrité de la biodiversité (BII) > 90 % (valeur actuelle : 84 %).

Hiérarchie des limites – Une analyse des nombreuses interactions entre les limites indique que les limites relatives au changement climatique et à l'intégrité de la biosphère sont hautement intégrées et connectées à toutes les autres limites planétaires. Elles opèrent au niveau de l'ensemble du système Terre, elles sont régulées par d'autres limites et constituent, au niveau planétaire, les systèmes globaux à l'intérieur desquels les autres processus fonctionnent. Il est probable que d'importants changements dans le climat ou dans l'intégrité de la biosphère déplacent, à eux seuls, le système Terre hors de l'état d'équilibre de l'Holocène. Ces observations indiquent une hiérarchie des limites à deux niveaux, où **le changement climatique et l'intégrité de la biosphère devraient être reconnus comme des limites planétaires fondamentales**.

L'intégrité de la biosphère est également cruciale pour le fonctionnement du système Terre, la biosphère étant définie comme la totalité de tous les écosystèmes et de leur biote. Ces écosystèmes et biote jouent un rôle essentiel dans la détermination de l'état du système Terre, régulant ses flux de matière et d'énergie ainsi que ses réponses aux changements brusques et graduels. **La diversité dans la biosphère apporte la résilience aux écosystèmes**. La base ultime des nombreux rôles que joue la biosphère dans la dynamique du système Terre est le code génétique du biote, l'information de base qui définit le rôle fonctionnel de la biosphère et sa capacité d'innover et de persister à l'avenir.

Limites planétaires dans un contexte sociétal – Le fonctionnement stable du système Terre est une condition préalable à la prospérité des sociétés du monde entier. Cela implique que le cadre des limites planétaires devra être mis en œuvre parallèlement à la réalisation des objectifs visant les besoins humains (énergie, alimentation, etc.). Ce n'est que récemment qu'il est devenu possible d'identifier, d'évaluer et de quantifier les risques de changements planétaires brusques dus au dépassement de paramètres clés, avec l'émergence de la pensée du changement global et de la pensée du système Terre. Le cadre des

¹ E/MSY : extinction par million d'espèce et par année

limites planétaires ne tient pas encore compte de la répartition régionale de l'impact ou de ses tendances historiques.

Échelle – Le cadre des limites planétaires n'est pas conçu pour être réduit ou désagrégé à plus petite échelle. Il existe de solides arguments en faveur d'une approche intégrée liant la définition des limites aux niveaux régional et global avec les objectifs de développement, afin de permettre l'application de la pensée des limites planétaires aux niveaux où l'action politique est la plus courante.

Résumé des méthodes – Le cadre a été mis en œuvre au moyen d'une évaluation experte et d'une synthèse des connaissances scientifiques sur les processus biophysiques qui régulent la stabilité du système Terre.

DOUGHNUT – L'économiste britannique Kate Raworth se base notamment sur les travaux relatifs aux limites planétaires dans le cadre de son travail sur l'économie du « Doughnut ». Au « plafond écologique à ne pas dépasser », elle ajoute notamment un « plancher social » constitué des besoins fondamentaux indispensables pour mener une vie digne (nourriture, santé, éducation, égalité sociale, égalité des genres, etc.).

6^e limite franchie – Au printemps 2022, Lan Wang-Erlandsson et son équipe publie une nouvelle étude montrant que la limite planétaire du cycle de l'eau douce a été franchie, ce qui constitue alors la 6^e limite planétaire dépassée à ce jour (sur 10 désormais identifiées).

Références :

- J. Rockström (2009) : www.nature.com/articles/461472a
- W. Steffen (2015) : www.science.org/doi/10.1126/science.1259855
- K. Raworth (2017) : www.kateraworth.com/doughnut/
- Lan Wang-Erlandsson (2022) : www.nature.com/articles/s43017-022-00287-8

Autres ressources :

- Vidéo OFEV : <https://youtu.be/JLx8tOvnA8s>
- UNIL : www.unil.ch/centre-durabilite/fr/home/menuinst/presentation/concepts.html

Attention : Dans la mesure où le contenu de ce document résulte d'un travail de traduction et/ou de simplification pour permettre une version vulgarisée, il importe de rappeler que les informations partagées dans ce cadre ne font aucunement autorité en la matière (en cas de doute, toujours se référer au document source).