

# Limites planétaires

## De quoi parle-t-on ?

### ▸ Limites

La question des limites se décline sur un double front : 1) celui des ressources ; 2) celui des processus de régulation de la biosphère, dont la perturbation est à l'origine même de l'idée d'Anthropocène.

### ▸ Limites planétaires

Les limites planétaires sont un ensemble de 9 limites biophysiques du système Terre qui devraient être respectées afin de maintenir des conditions favorables à la poursuite du développement humain.

### ▸ Système Terre

Les limites planétaires offrent une vision globale et transversale des perturbations dans le fonctionnement du Système Terre (dimension systémique).

### ▸ Anthropocène vs Anthropisation

L'Anthropocène se distingue du processus continu d'anthropisation de la planète dont les effets sont visibles dès le début de l'Holocène. L'Anthropocène postule une pression biophysique globale et systémique qui est relativement récente (manifestation physique dès le 18<sup>e</sup> siècle).

Glossaire GIEC: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI\\_AR5\\_glossary\\_FR.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_FR.pdf)

## La planète Terre a-t-elle des limites ?

L'idée de finitude planétaire n'est pas nouvelle et remonte à l'Antiquité. Elle a été articulée à des questions économiques<sup>7</sup> et a conduit à s'interroger sur les limites "naturelles" au développement économique.

- Au 18<sup>e</sup> siècle, en Angleterre, les principaux inspirateurs de l'économie moderne (Smith, Ricardo) considéraient les ressources naturelles comme illimitées car gratuitement disponibles.
- Malthus semble être le seul économiste de l'époque qui conceptualise la Terre et ses ressources comme un facteur limitant pour le développement économique et démographique.
- Le dogme de la croissance a été remis en cause dans les années 1970 avec le rapport du Club de Rome sur les limites de la croissance.

---

<sup>7</sup> Pour enrichir cette approche historique, on peut aussi regarder comment la notion de limite a fait l'objet de réflexions philosophiques (Illich, Ellul, Charbonneau) et politiques (Gorz), simultanément aux premières contestations scientifiques du dogme de la croissance dans les années 1970.

Le cadre naturel de nos activités économiques (l'écosphère) est bien fini et limité. Ce constat de limite vaut pour la disponibilité et l'accessibilité des ressources (ex. métaux, sable, ressources biotiques), sans lesquelles il n'est pas d'activités économiques, mais aussi d'une certaine manière pour les grands cycles biogéochimiques (ex. carbone, phosphore). Ainsi, les problèmes d'environnement contemporains sont répartis en 2 catégories : les questions liées aux ressources et celles relatives aux dérèglements de la biosphère ([vidéo Dominique Bourg](#)). Les problèmes afférents à la seconde catégorie, caractérisés par l'impact massif des activités humaines, ont conduit à penser la notion de limite planétaire.

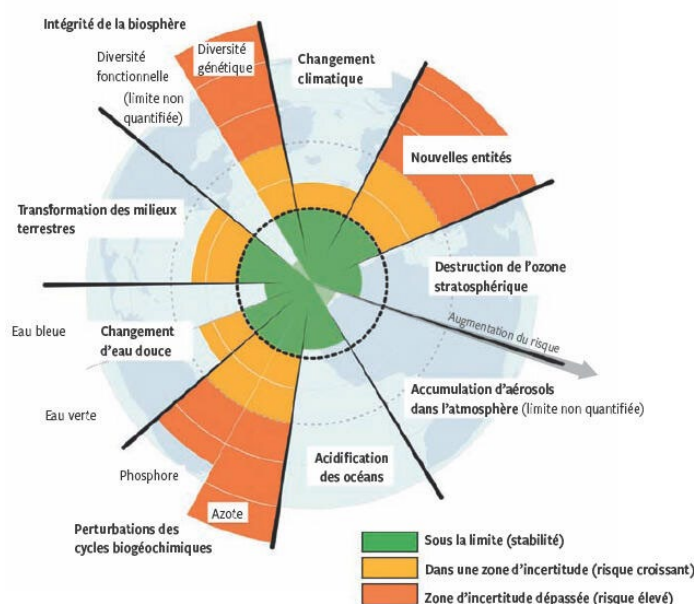
## Le modèle des 9 limites planétaires?

La notion de *limites planétaires*, telle qu'elle est abordée dans cette exposition, est un cadre conceptuel, un modèle, qui a été élaboré à l'issue d'une démarche scientifique récente, menée par un groupe international de chercheurs qui a publié une étude en [2009](#), mise à jour en [2015](#). Les chercheurs ont identifié et quantifié 9 processus physiques qui régulent la stabilité et la résilience du Système Terre : le changement climatique, l'acidification des océans, la déplétion de la couche d'ozone, les aérosols atmosphériques, l'usage de l'eau douce, l'usage des sols, les pertes de biodiversité, les perturbations globales du cycle de l'azote et du phosphore et la pollution chimique.

Bien que le modèle présente 9 limites distinctes, il ne s'agit pas de 9 variables indépendantes. C'est cette co-dépendance des limites qui fait qu'on parle de "Système Terre". Par exemple, l'acidification des océans et le changement du climat sont étroitement liés. Des boucles de rétroaction existent entre ces phénomènes (et d'autres), parfois même lorsqu'ils s'expriment à des échelles différentes.

Ces processus ont une importance majeure puisqu'ils fournissent les conditions d'existence dont dépendent nos sociétés. Pour chacun, une limite à ne pas franchir est définie, pour se prémunir des risques de basculement, aux conséquences catastrophiques. Autrement dit, il s'agit de ne pas dépasser les limites planétaires si l'humanité entend conserver ces conditions d'habitabilité (celles qui ont prévalu durant les 12'000 dernières années, et qui ont été hautement favorables à l'épanouissement de l'humanité). Ce modèle a été développé pour intégrer des limites "sociales" afin de conceptualiser un "espace *juste* et sûr pour l'humanité". Voir "La théorie économique du donut".

## Quelle est la différence entre limites et seuils ?



Avec l'idée de limites planétaires, on cherche à déterminer à quel point les perturbations humaines peuvent déstabiliser le Système Terre à l'échelle planétaire.

Pour les domaines sans couleur, les variables de contrôle n'ont pas pu être quantifiées.

<https://www.revmed.ch/livres/sante-et-environnement/partie-2-environnement-sante-et-societe-perspectives-multidisciplinaires/perspective-des-sciences-de-l-environnement/9-les-limites-planetaires-et-la-sante/les-limites-planetaires#ch9en10> (18.08.2023)

Pour cela, chacun des 9 domaines reçoit une variable de contrôle, dont la valeur doit permettre de juger de "l'état de santé" du processus.

Pour chaque variable, on regarde où se situent les seuils critiques (cercle en traitillés entre jaune et orange). Ces seuils sont ceux où le processus change radicalement de comportement et établit un équilibre nouveau.

Une fois que ces seuils dangereux sont déterminés, il est possible de fixer les limites planétaires (cercle en traitillés entre vert et jaune), à une distance de sécurité des seuils<sup>8</sup>.

Une fois que ces limites planétaires sont connues, il est possible de dire, pour chaque domaine, si son état actuel est *sûr*, *incertain* ou *dangereux*, en fonction de la proximité de sa variable de contrôle avec sa limite.

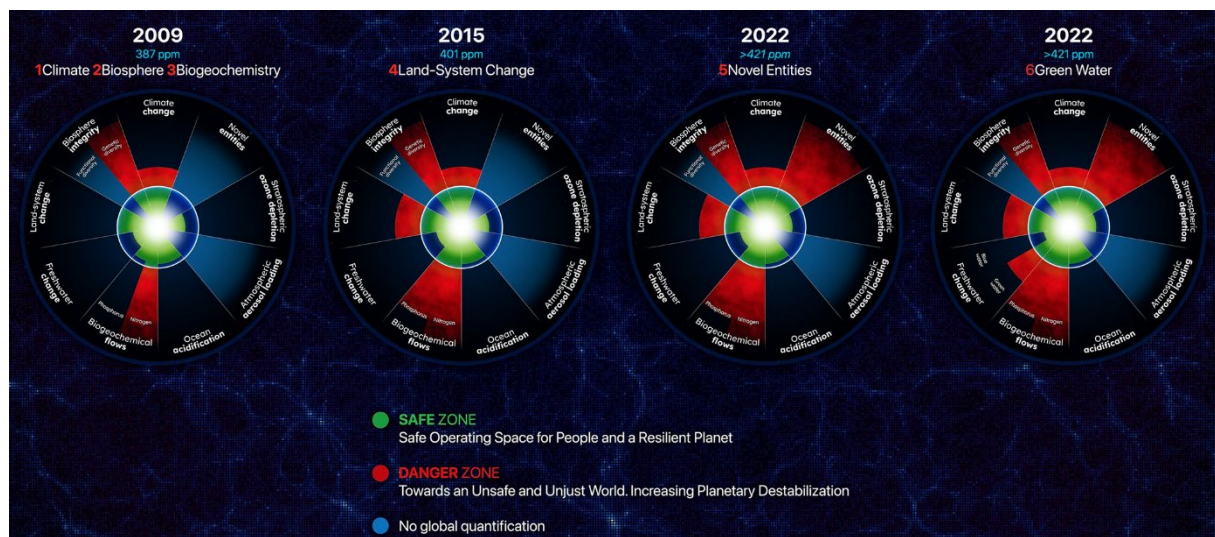
Les illustrations originales (2015) sont disponibles ici : [en couleur](#) & [en noir et blanc](#) (credit: J. Lokrantz/Azote based on Steffen et al. 2015).

D'autres figures et données sont proposées et actualisées en permanence par le [Stokholm resilience center](#) qui est actif dans la recherche sur l'Anthropocène.

## Actuellement, dépasse-t-on les limites planétaires ?

En 2020, de nombreuses connaissances manquent pour pouvoir présenter un état des lieux fiable des limites planétaires. La détermination des seuils critiques est hasardeuse. Pour 3 domaines (aérosols, diversité biologique fonctionnelle, entités nouvelles), il n'a même pas été possible de définir pour l'instant les variables de contrôle, ce qui rend toute estimation quantitative de la limite impossible. Malgré ces manques, 3 limites sont solidement étayées (changement climatique, couche d'ozone, acidification des océans). Sur les 9 limites, 4 sont déjà franchies. Il s'agit des cycles biogéochimiques, du changement climatique, de l'utilisation des sols et l'intégrité de la biosphère. 3 domaines se trouvent encore dans la zone sûre : l'acidification des océans, la couche d'ozone et l'usage de l'eau.

Les travaux sur ce modèle et la quantification des limites se poursuivent et des mises à jour sont effectuées régulièrement, comme en atteste le schéma ci-dessous. Les nouvelles entités et l'eau douce ont été intégrées au modèle en 2022.



<https://globaia.org/planetary-boundaries>

<sup>8</sup> La marge entre la limite et le seuil critique est justifiée par des considérations de prudence. Il est très difficile de déterminer avec précision les seuils critiques du fait des connaissances encore très lacunaires. C'est pourquoi la zone d'incertitude autour du seuil critique peut être très grande.

L'approche permet de présenter une synthèse de l'état de la planète. Le mode de développement des sociétés humaines doit désormais se situer dans ces limites. Le dépassement des limites devrait conduire à un changement radical des sociétés humaines en perturbant certaines des bases écologiques du système socio-économique actuel. Les limites planétaires posent ainsi une question éthique et politique envers les générations présentes et futures quant au devenir de l'habitabilité de la Terre.

## Quelles sont les implications du dépassement des limites ?

Le tableau général qui en résulte montre les interactions profondes entre les systèmes naturels et sociaux. Le couplage entre les deux est tel qu'on pourrait parler désormais d'un monde "socio-naturel" ou "hybride". Ce constat contredit le dualisme entre l'homme et la nature et pose des questions d'ordre épistémologique et ontologique :

*D'un point de vue épistémologique* : l'étude d'un monde socio-naturel demande une interdisciplinarité de plus en plus grande. Par ex., l'étude d'un écosystème peut faire appel à un écologue, mais aussi un géographe, un historien environnemental, ou encore un anthropologue. Cette collaboration interdisciplinaire est rendue difficile, en raison du fort clivage (typiquement moderne) entre les sciences naturelles et humaines.

*D'un point de vue ontologique* : ce qui est en jeu, c'est le grand partage entre l'humain et la nature, dont les qualificatifs donnés au mot Anthropocène présentent des lectures antagonistes (Bonneuil, C. (2014). L'Anthropocène et ses lectures politiques. Les Possibles, 3, 1-7).

- **Le mauvais Anthropocène** est une perspective « critique » (mais pas forcément moralisatrice). On estime que l'ontologie moderne n'est plus adaptée au monde dans lequel on vit, qui est de plus en plus hybride. Il ne s'agit pas d'émettre un jugement moral (la modernité est bien ou mal), mais simplement de constater qu'on arrive aux limites de ce paradigme, c'est à dire qu'il n'est plus opérant à l'heure de l'Anthropocène.
- **Le bon Anthropocène** est une perspective "progressiste". On estime que l'Anthropocène signale la preuve de la supériorité humaine, de son emprise sur la nature. C'est "une forme de radicalisation de la pensée moderne, en ce qu'elle pousse jusqu'à l'extrême le projet moderne de « faire reculer les bornes de l'empire humain sur la nature » (Bacon dans *La Nouvelle Atlantide*), d'artificialisation de la nature, en prônant une substitution continue du capital reproductible et technologique au capital naturel.

## À quoi sert ce "modèle" des limites planétaires ?

Aujourd'hui, les impacts des activités humaines se déploient à l'échelle globale. Elles ont atteint une ampleur suffisante pour altérer le fonctionnement planétaire de plusieurs manières. Mais il est difficile d'avoir une vue d'ensemble de l'état de la planète, car chaque question est traitée de manière isolée. L'idée des limites planétaires consiste à regrouper les principaux domaines perturbés (ex. cycle du carbone, cycle de l'azote et du phosphore, biodiversité, etc.) et de les considérer *ensemble*.

En somme, les limites planétaires constituent un **cadre conceptuel** qui permet:

- de quantifier l'impact humain<sup>9</sup>.
- d'observer les perturbations humaines à une échelle globale dans une perspective systémique.
- de penser le présent et le futur de l'humanité dans une planète en plein basculement.

En tant que modèle, le cadre conceptuel des limites planétaires est critiquable, et critiqué, tant du point de vue des sciences naturelles que des sciences humaines et sociales.

## **Critique du point de vue des sciences naturelles.**

Les critiques scientifiques portent essentiellement sur l'évaluation des limites, par exemple sur l'existence ou non de points de basculement dans le système terrestre.

### **Critiques:**

Buettel *et al.* (2018) [What is the evidence for planetary tipping points?](#)

Brook *et al.* (2013) [Does the terrestrial biosphere have planetary tipping points?](#)

Montoya *et al.* (2018) [Planetary Boundaries for Biodiversity: Implausible Science, Pernicious Policies](#)

La [réponse des auteurs du modèle](#) des limites planétaires à ces critiques est présentée par le Stockholm resilience center :

- Les auteurs rappellent d'abord que leurs définitions des limites planétaires sont provisoires. Elles ont en commun une approche cohérente consistant à identifier les changements non linéaires/points de basculement qui peuvent avoir des impacts dramatiques pour l'homme.
- Selon eux, la communauté scientifique s'accorde à dire qu'il existe des preuves scientifiques solides de l'existence de points de basculement pour (1) le système climatique, (2) la couche d'ozone stratosphérique, (3) la chimie des océans (acidité) et (4) pour le phosphore<sup>10</sup>.
- Ils précisent que l'eau, la terre, la perte de biodiversité, l'azote et le phosphore constituent tous des "variables lentes" dans le Système Terre. Ils ne prétendent pas qu'il existe des "points de basculement planétaires" pour ces variables lentes, mais plutôt des preuves de points de basculement à l'échelle locale et régionale qui constituent une préoccupation mondiale s'ils venaient à se produire en même temps en plusieurs endroits de la Terre (causant ainsi des problèmes sociaux locaux et déclenchant des rétroactions affectant des processus d'échelle régionale à mondiale, tels que le cycle hydrologique ou le système climatique).

La critique de Montoya *et al.* (2018) porte en particulier sur la limite relative à la biodiversité (intégrité de la Biosphère). La critique semble être fondée sur une incompréhension du cadre des limites planétaires, car les auteurs ne prétendent pas qu'il existe un point de basculement de la biodiversité à l'échelle planétaire.

De plus, le modèle est critiqué pour ne pas être bien adapté à la politique. Il faut rappeler que la recherche sur les limites planétaires est avant tout destinée à faire progresser la science du système terrestre.

---

<sup>9</sup> Il existe d'autres instruments permettant de le faire. D'autres indicateurs sont par ex: la capacité de charge, la formule IPAT, l'empreinte écologique. Le rapport Meadows (1972) a utilisé un modèle visant à quantifier les limites de la planète quant aux impacts de la croissance économique.

<sup>10</sup> [Carpenter & Bennett \(2011\)](#) ont montré l'existence d'une limite à la fois marine et terrestre, en raison des points de basculement dans les écosystèmes d'eau douce.

## Est-ce que c'est un cadre utile en politique ?

Selon ses auteurs, le modèle des limites planétaires pourrait devenir un outil politique utile lors d'un développement ultérieur. Toutefois, il n'est pas destiné à remplacer les approches existantes (ex. politiques de conservation) mais à les compléter en tenant compte des considérations relatives au Système Terre. Il s'agit plutôt d'un cadre conceptuel, au niveau du Système Terre, qui s'appuie sur le développement durable et la gestion des écosystèmes à différentes échelles et les soutient. Il ne les remplace pas.

Jusqu'à présent, l'utilisation politique des limites planétaires est restée limitée. Il s'agit d'un cadre conceptuel, mais pas d'un guide pour l'action politique. Il pose pourtant des questions importantes de gouvernance internationale (Aykut, 2017; Galaz et al., 2012) et plus généralement de démocratie écologique (Eckersley, 2004 ; Bourg, Whiteside, 2010 ; Bourg et al., 2017, comme par exemple :

- Faut-il pour cela ériger des institutions internationales qui garantissent une évolution stable et harmonieuse entre les systèmes naturels et sociaux et à partir de quelle légitimité ?
- Faut-il une institution internationale et globale nouvelle pour les limites planétaires ?
- Une par limite ? etc.
- Est-il plus efficace de transcrire les limites planétaires à l'échelle nationale ?

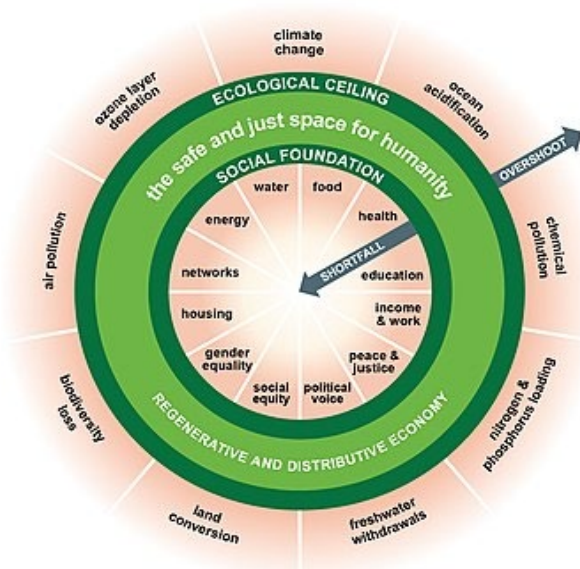
Plusieurs États ont manifesté leur intérêt à avancer en ce sens. Des études ont été réalisées dans plusieurs contextes : la Suède, la Suisse<sup>11</sup>, l'Afrique du Sud, l'Union européenne<sup>12</sup> ou encore deux régions de la Chine. À cette échelle nationale, des questions analogues se posent : les limites planétaires sont-elles compatibles avec le cadre législatif national ? Les domaines des limites planétaires ne recouvrent souvent pas les politiques environnementales nationales existantes.

## Critique du point de vue des sciences humaines et sociales

### La théorie économique du donut

La théorie économique du donut est un cadre conceptuel (en forme de beignet) qui combine le concept de limites planétaires avec le concept complémentaire de limites sociales. Développée par l'économiste britannique Kate Raworth, il est devenu un symbole d'une économie censée permettre la prospérité des sociétés humaines dans les limites de ce que la planète est capable de supporter.

*Kate Raworth, Doughnut economics : seven ways to think like a 21st century economist, Vermont, White River Junction, 2017, p. 254*



<sup>11</sup> En 2015, l'OFEV a fait réaliser une [étude pilote](#) pour estimer dans quelle mesure l'empreinte écologique de la Suisse est compatible avec les limites de la planète. Il en ressort que l'empreinte écologique de notre pays revêt une ampleur critique en particulier en ce qui concerne le climat et la biodiversité, mais aussi en ce qui concerne l'acidification des océans et le cycle de l'azote.

<sup>12</sup> Le rapport [Is Europe living within the limits of our planet?](#) explore différentes approches pour attribuer des limites planétaires au niveau européen.

L'anneau central représente un "espace juste et sûr pour l'humanité" :

*Sûr*, en ce qu'il évite de franchir les points de non-retour environnementaux ;  
*juste*, en ce qu'il garantit à chaque personne un certain niveau de santé, de richesse, de pouvoir, et de participation.

La partie supérieure de l'anneau est délimitée par un "plafond écologique" et la partie inférieure est délimitée par les objectifs sociaux minimaux comme l'accès à la santé, à l'alimentation ou à l'éducation.

## **Lien avec le modèle de l'empreinte environnementale**

Fang (2020) montre les liens réciproques et bénéfiques entre les deux concepts: le cadre des limites planétaires améliorerait la pertinence politique du modèle d'empreinte en fournissant un ensemble d'estimations consensuelles relatives à la capacité de régénération et d'absorption de la Terre à l'échelle mondiale ; à l'inverse, le cadre des limites planétaires bénéficierait du modèle d'empreinte qui permettent des estimations plus précises et plus fiables quant à la pression ou l'impact humain sur l'environnement de la planète.

## **Sources :**

Boutaud & Gondran, *Les limites planétaires*, Paris, La Découverte, 2020.

[Fang \(2020\) Understanding the Complementarities of Environmental Footprints and Planetary Boundaries](#)

<https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/economie-consommation/info-specialistes/utilisation-des-ressources.html#-1101915952>

Sur la théorie économique du donut, voir par ex. [Usbek et Rica](#) ou <https://www.cairn.info/revue-gestion-2019-2-page-46.html> ou <https://www.letemps.ch/economie/theorie-donut-repenser-leconomie>

[OFEV - Les limites planétaires: que signifient-elles pour l'avenir de l'humanité?](#)

Dominique Bourg présente les limites planétaires : [partie 1](#) et [partie 2](#)

« Notre planète a ses limites : l'alerte de la science » (de Jon Clay, 2021) sur Netflix