

# Révision 2023 du cadre des neuf limites planétaires

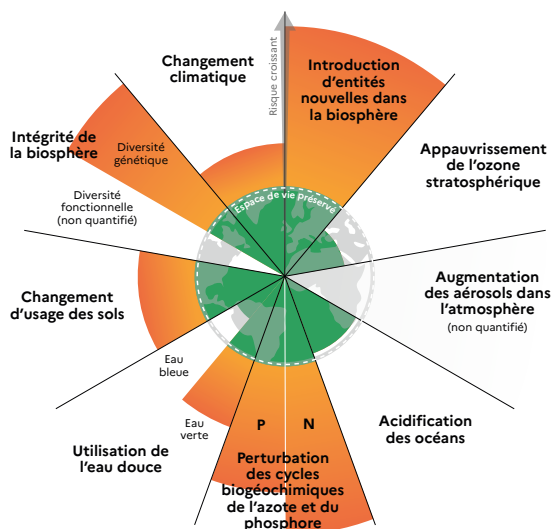
En septembre 2023, le *Stockholm Resilience Centre* a publié une actualisation du cadre conceptuel des neuf limites planétaires proposé en 2009 (Rockström *et al.*) et révisé en 2015 (Steffen *et al.*). Pour la première fois, les neuf limites planétaires sont quantifiées (Richardson *et al.*<sup>38</sup>, 2023). De nouvelles variables de contrôle sont affectées à quatre limites (intégrité de la biosphère/diversité fonctionnelle, cycle de l'eau douce/eau bleue, aérosols dans l'atmosphère, entités nouvelles), venant révéler ou confirmer leur franchissement (*schéma 2*). Le niveau de dépassement augmente pour toutes les limites précédemment considérées dépassées (*schéma 1*).

Les scientifiques établissent que six des neuf limites planétaires sont désormais dépassées : le changement climatique, l'intégrité de la biosphère, la perturbation des

cycles biogéochimiques de l'azote et du phosphore, le changement d'usage des sols, l'utilisation de l'eau douce, et l'introduction d'entités nouvelles. Cela signifie que la planète se trouve dorénavant bien au-delà de l'espace de fonctionnement sûr pour l'humanité.

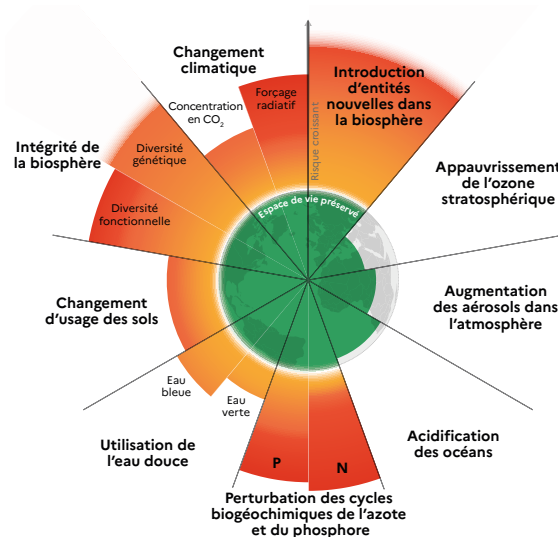
Le tableau suivant présente les neuf limites planétaires avec les variables de contrôle qui leur sont affectées, leur valeur de référence préindustrielle, les seuils à ne pas dépasser et leurs valeurs actuelles issues de la dernière publication du *Stockholm Resilience Centre* de septembre 2023. Celles-ci sont juxtaposées aux anciennes variables et valeurs connues précédemment et utilisées dans la présente publication (version de début 2023).

**Schéma 1 : les neuf limites planétaires du cadre de 2015 actualisé en 2022**



Sources : Steffen *et al.*, 2015 ; Personn *et al.*, 2021 ; Wang-Erlandsson *et al.*, 2022

**Schéma 2 : les neuf limites planétaires du cadre de 2023**



Source : Richardson *et al.*, 2023

<sup>38</sup> Richardson K. *et al.*, 2023. *Earth beyond six of nine planetary boundaries*. *Sciences Advances*. Vol. 9, Issue 37.

annexes

Processus du système Terre	Variable de contrôle	Valeur de référence, ère préindustrielle (Holocène)	Zone de risque croissant - Frontière planétaire seuil bas- seuil haut		Valeur actuelle de la variable de contrôle	
			Version début 2023, utilisée pour cette publication	Version du 13 septembre 2023	Connue début 2023 et utilisée pour cette publication	Publiée le 13 septembre 2023
Changement climatique	Concentration de CO <sub>2</sub> dans l'atmosphère en partie par million (ppm)	280 ppm CO <sub>2</sub>	350 à 450 ppm CO <sub>2</sub>	idem	425 ppm CO <sub>2</sub>	417 ppm CO <sub>2</sub>
	Augmentation du forçage radiatif en watt par mètre carré (W/m <sup>2</sup> ) par rapport à l'ère préindustrielle	0 W/m <sup>2</sup>	+ 1,0 à + 1,5 W/m <sup>2</sup>	idem	+ 2,72 W/m <sup>2</sup>	+ 2,91 W/m <sup>2</sup>
Intégrité de la biosphère	Diversité spécifique : taux d'extinction sur 1 million d'espèces par an (E/MEA)	1 E/MEA	10 à 100 E/MEA	idem	> 100 E/MEA	idem
	Diversité fonctionnelle : indice d'intégrité de la biodiversité (IIB) par rapport à l'ère préindustrielle, en %	100 %	90 à 30 % pour les biomes, grandes zones régionales, principaux écosystèmes marins ou grands groupes fonctionnels	Variable abandonnée	77 %	Variable abandonnée
	Diversité fonctionnelle : énergie disponible pour les écosystèmes à travers la part de la production primaire nette annuelle de la biosphère (PPN exprimée en giga tonnes de carbone par an - Gtde C/an) accaparée par l'homme (HANPP exprimé en % de la PPN préindustrielle)	1,9 % de la production primaire nette de la biosphère (estimée à 55,9 Gtde C/an) est prélevée par l'homme	Non spécifiée car nouvelle variable proposée avec la révision du cadre en septembre 2023	10 à 20 % HANPP (de 10 % à 20 % de la production primaire nette de la biosphère est prélevée par l'homme)		30 % HANPP (16,8 Gtde C/an prélevées en 2020 / 55,9 Gtde C/an produites en moyenne avant l'ère préindustrielle)
Ozone stratosphérique	Concentration d'ozone dans l'atmosphère mesurée en unités Dobson (DU)	290 DU	275 DU (276 DU correspond à 5 % de réduction de la valeur préindustrielle évaluée par latitude)	276 à 261 DU	285 DU	284,6 DU
Acidification des océans	État de saturation de l'eau de mer de surface en aragonite (% de la valeur préindustrielle) - (Ω <sub>arag</sub> )	3,44 Ω <sub>arag</sub>	80 % à 70 % de l'état de saturation de l'eau de mer de surface en aragonite lors de l'ère préindustrielle (soit 2,75 à 2,4 Ω <sub>arag</sub> )	2,75 Ω <sub>arag</sub>	2,9 Ω <sub>arag</sub> (soit 84 %)	2,8 Ω <sub>arag</sub>



annexes

>>>

Processus du système Terre	Variable de contrôle	Valeur de référence, ère préindustrielle (Holocène)	Zone de risque croissant - Frontière planétaire seuil bas- seuil haut		Valeur actuelle de la variable de contrôle	
			Version début 2023, utilisée pour cette publication	Version du 13 septembre 2023	Connue début 2023 et utilisée pour cette publication	Publiée le 13 septembre 2023
Cycles azote et phosphore	Échelle mondiale : quantité de phosphate émis par les systèmes d'eau douce vers les océans, en millions de tonne (Mt) par an	0 Mt/an	11 à 100 Mt/an	idem	22 Mt/an	22,6 Mt/an
	Échelle régionale : quantité de phosphate dans les engrais épandus sur les sols agricoles, en Mt par an		6,2 à 11,2 Mt/an	idem	14,2 Mt/an	17,5 Mt/an
	Quantité d'azote réactif rejeté par les activités humaines en Mt par an, à l'échelle mondiale	0 Mt/an	62 à 82 Mt/an	idem	150 Mt/an	190 Mt/an
Changement d'usage des sols	Échelle mondiale : rapport entre la superficie forestière actuelle et la superficie forestière « originelle » (avant 1700) Biome : rapport entre la superficie forestière actuelle du biome et la superficie forestière « originelle » du biome (avant 1700)	100 %	Global : 75 à 54 % (moyenne pondérée des trois limites de biomes individuels) Biomes : Tropical 85 à 60 % ; Tempéré 50 à 30 % ; Boréal 85 à 60 %	idem	Global : 62 % Tempéré : 50 % Tropical et boréal : 68 %	Global : 60 % Tropical : Amériques (83,9 %) ; Afrique (54,3 %) ; Asie (37,5 %). Tempéré : Amériques (51,2 %) ; Europe (34,2 %) ; Asie (37,9 %). Boréal : Amériques (56,6 %) ; Eurasie (70,3 %).
Utilisation de l'eau douce	Eau bleue - Global : volume total d'eau douce consommé, prélevé dans les eaux de surface et souterraines renouvelables Eau bleue - Local : un seuil maximal de prélèvement de l'eau douce est proposé à l'échelle des bassins-versants et en fonction du régime hydrologique saisonnier		Global : 4 000 à 6 000 km <sup>3</sup> /an Local : 25 % en période de basses eaux (25-55 %) 40 % en période intermédiaire (40-70 %) 55 % en période de hautes eaux (55-85 %)	Variable abandonnée	2 600 km <sup>3</sup> d'eau douce consommée par an	Variable abandonnée La dernière estimation de la consommation d'eau douce mondiale serait plutôt de 1 700 km <sup>3</sup> .
	Eau bleue : perturbations d'origine humaine des écoulements Limite supérieure (95 <sup>e</sup> percentile) de la surface terrestre mondiale avec des écarts supérieurs à la période préindustrielle	9,4 % (moyenne de la période préindustrielle)	Non spécifiée car nouvelle variable proposée avec la révision du cadre en septembre 2023	10,2 % à 50 % (valeur du seuil haut provisoire)		18,2 %
	Eau verte : % de la surface terrestre libre de glace dans laquelle l'humidité du sol de la zone racinaire s'écarte de la variabilité naturelle observée au cours des 11 000 dernières années	9,8 % (moyenne de la période préindustrielle)	10 % (pas de seuil haut précisé)	11,1 % à 50 % (valeur du seuil haut provisoire)	18 % (valeur provisoire)	15,8 %

>>>



annexes

>>>

Processus du système Terre	Variable de contrôle	Valeur de référence, ère préindustrielle (Holocène)	Zone de risque croissant - Frontière planétaire seuil bas- seuil haut		Valeur actuelle de la variable de contrôle	
			Version début 2023, utilisée pour cette publication	Version du 13 septembre 2023	Connue début 2023 et utilisée pour cette publication	Publiée le 13 septembre 2023
<b>Aérosols</b>	Profondeur ou épaisseur optique d'aérosols (AOD)		Aucun seuil planétaire défini, en l'absence de connaissances suffisantes Cas pilote : zone Asie du Sud-Est : 0,25 à 0,5 AOD	Variable abandonnée	Cas pilote : Asie du Sud-Est 0,3 AOD	Variable abandonnée
	Différence interhémisphérique dans l'épaisseur optique d'aérosols (AOD)	0,03	Non spécifiée car nouvelle variable proposée avec la révision du cadre en septembre 2023	0,1 à 0,25		0,076
<b>Entités nouvelles</b>	Pourcentage de produits chimiques synthétiques rejetés dans l'environnement sans tests de sécurité adéquats	0	Non spécifiée	0 à ? (seuil haut non défini)		Dépassé