

Les 9 limites planétaires (Rockström et al., 2009 ; Steffen et al., 2015 ; Richardson et al., 2023) Le modèle des limites planétaires identifie les processus biophysiques qui régulent la stabilité du système Terre.. Chaque limite correspond à une zone de sécurité : son franchissement augmente le risque de bascules écologiques, climatiques et sociales.

Limite planétaire	État (2025)	Données clés	Conséquences du dépassement (écologiques et humaines)	Sources
1. Changement climatique	✅ Dépassée	CO ₂ ≈ 417 ppm (seuil 350 ppm). Température moyenne +1,2 °C depuis 1850. Fonte rapide du Groenland et de l'Antarctique Ouest.	Vagues de chaleur létales (>35 °C température humide) dans certaines régions tropicales et côtières ; hausse du niveau des mers, crises alimentaires, migrations climatiques, risques sanitaires et psychologiques accrus.	IPCC 2023 ; SRC 2023 ; NOAA 2024
2. Érosion de la biodiversité (intégrité de la biosphère)	✅ Fortement dépassée	Taux d'extinction > 100 espèces/M.an (seuil 10). Populations de vertébrés : terrestres -70 %, marines -55 %, eau douce -83 %. Disparition rapide d'insectes pollinisateurs, d'amphibiens et d'oiseaux.	Effondrement des réseaux trophiques, perte de pollinisation, appauvrissement des sols. Menaces directes sur l'alimentation humaine, la santé, et les moyens de subsistance. Risques de zoonoses (ex. COVID-19).	WWF 2022 ; IPBES 2019 ; SRC 2023
3. Cycles de l'azote et du phosphore	✅ Dépassée	Azote > 200 Tg/an (seuil 62) ; Phosphore > 20 Tg/an (seuil 6,2). Zones mortes marines (Golfe du Mexique > 20 000 km ²).	Pollution de l'eau potable (nitrates), prolifération d'algues, destruction des écosystèmes aquatiques, maladies gastro-intestinales, dépendance accrue aux engrais pour maintenir les rendements.	Steffen 2015 ; FAO 2023 ; SRC 2023
4. Changement d'usage des sols	✅ Dépassée	Couverture forestière mondiale ≈ 59 % des niveaux préindustriels (seuil 75 %). 40 % des terres converties à l'agriculture. Urbanisation rapide.	Déforestation, perte d'habitats, sécheresses locales, dérèglement hydrologique, disparition de cultures vivrières, perte de liens communautaires et culturels.	FAO 2022 ; UNEP 2023
5. Utilisation de l'eau douce	✅ Dépassée	Prélèvements > 4000 km ³ /an. Altération du cycle de l'eau sur > 20 % des surfaces terrestres (seuil 12,9 %).	Stress hydrique pour 2,3 milliards d'humains , effondrement agricole, désertification, tensions sociales et politiques, migration climatique, maladies liées à l'eau.	Richardson 2023 ; UNESCO 2024
6. Acidification des océans	⚠️ En cours / probablement dépassée	pH océanique ≈ 8,05 (préindustriel 8,2). Baisse de 30 % des ions carbonates. Coraux déjà dissous à > 30 m de profondeur.	Perte des récifs coralliens (source alimentaire pour 500 millions de personnes), baisse des captures de poissons, effondrement des écosystèmes marins, perte de revenus pour les communautés côtières.	IPCC 2023 ; FAO 2024 ; PIK 2025
7. Pollution chimique (« entités nouvelles »)	✅ Dépassée	> 350 000 substances chimiques enregistrées. 8 Mt de plastiques/an dans les océans. PFAS détectés dans l'eau de pluie.	Pollution mondiale, perturbations endocriniennes, cancers, infertilité, atteintes neurodéveloppementales, exposition des travailleurs à des produits toxiques.	Persson 2022 ; OMS 2023 ; UNEP 2024
8. Aérosols atmosphériques	⌚ Dépassée localement	ΔEOA ≈ 0,09 (seuil 0,10). PM2.5 > 150 µg/m ³ à Delhi.	7 millions de morts prématurées/an (OMS). Troubles respiratoires, stress oxydatif, dépression liée à la pollution. Perturbation du climat régional (moussons).	Steffen 2015 ; OMS 2023
9. Couche d'ozone stratosphérique	♻️ En rétablissement	290 unités Dobson (objectif 300–320 d'ici 2040). Élimination de 99 % des CFC.	Réduction du rayonnement UV, baisse des cancers cutanés, retour des équilibres biologiques dans les écosystèmes polaires. Exemple réussi de coopération mondiale (Protocole de Montréal).	WMO/UNEP 2022 ; IPCC 2023