

Vous êtes ici : [Accueil](#) > [Climat & Environnement](#) > [Les limites planétaires : quelles implications et applications pour les territoires ?](#) > Des limites planétaires aux frontières du système Terre : quelles implications pour la Métropole de Lyon ? Synthèse

DES LIMITES PLANÉTAIRES AUX FRONTIÈRES DU SYSTÈME TERRE : QUELLES IMPLICATIONS POUR LA MÉTROPOLE DE LYON ? SYNTHÈSE

[< Retour au sommaire du dossier](#)





Le Grand parc de Miribel-Jonage, un parc urbain de 2200 hectares situé à la périphérie de Lyon, a été créé pour lutter contre les inondations du Rhône.

ARTICLE

En 2019 la Métropole de Lyon a été parmi les premiers acteurs publics français à s'approprier la notion de limites planétaires.

Depuis, ce référentiel a connu un vif succès et a continué d'évoluer, notamment en intégrant les préoccupations de justice. En 2024, accompagnée d'un ingénieur stagiaire Duli Rashid et de plusieurs chercheurs de l'École des Mines de Saint-Étienne, la Métropole s'est interrogée sur la manière de territorialiser ces limites planétaires.

Cet article présente une synthèse des travaux du dossier.

Tag(s) : Biodiversité, Climat, Ressources, Métropole de Lyon

Date : 16/04/2025

2009 : le référentiel des limites planétaires esquisse les contours d'un « espace sûr pour l'humanité »

En 2009, un groupe d'une trentaine de scientifiques réunis autour du *Stockholm Resilience Centre* a proposé dans la revue *Nature* un cadre de référence pour mieux comprendre et identifier les perturbations humaines susceptibles de menacer les conditions de vie sur Terre. Au total, ils ont identifié neuf éléments sur lesquels l'humanité a des effets massifs. Ces pressions sont si fortes qu'elles pourraient perturber les équilibres du « système Terre », en tout cas tels qu'ils se sont stabilisés depuis les débuts de l'Holocène – cet âge climatique qui a débuté il y a environ 12 000 ans, et qui a permis l'invention de l'agriculture et l'émergence des civilisations.

Pour nous maintenir dans un « espace sûr pour l'humanité », les scientifiques préconisent de ne pas dépasser certains seuils, qu'ils nomment des « frontières ». Malheureusement, en 2023, six de ces frontières ont d'ores et déjà été franchies.

Neuf frontières planétaires, dont six sont dépassées

Pour chaque élément du système Terre, les scientifiques proposent au moins une **variable de contrôle** (un indicateur). Ils déterminent ensuite une « **frontière** » : c'est à dire un seuil au-delà duquel l'équilibre de l'Holocène est menacé.

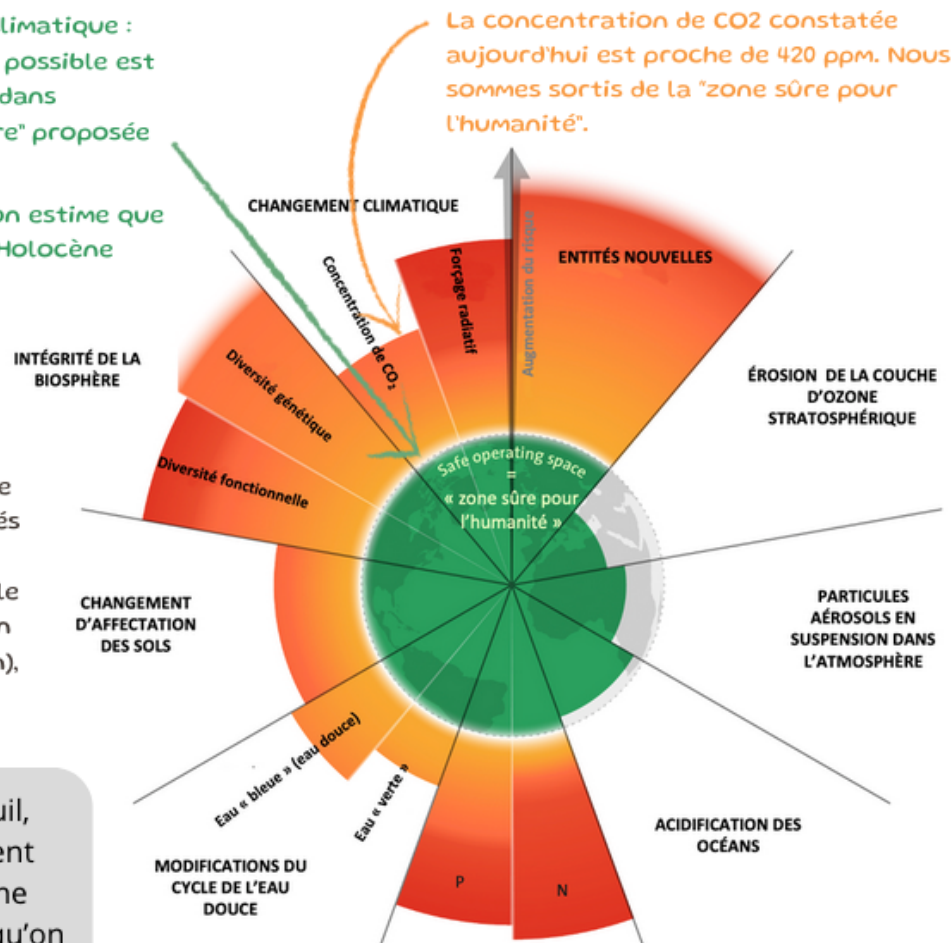
Ex. Pour le changement climatique : une variable de contrôle possible est la concentration de CO₂ dans l'atmosphère. La "frontière" proposée est de 350 ppm.

En deçà de cette valeur, on estime que le régime climatique de l'Holocène n'est pas menacé.

Chaque déterminant du système Terre interagit avec les autres.

Le changement climatique a des effets non contrôlés sur la biodiversité, le cycle de l'eau ou encore le changement d'affectation des sols (la déforestation), etc.

Au-delà d'un certain seuil, ces déséquilibres peuvent avoir des effets en chaîne **irréversibles**. C'est ce qu'on



appelle un **“point de bascule”**.

PERTURBATION
DES CYCLES
BIOGÉOCHIMIQUES

2023 : le référentiel est complété pour définir un « espace juste et sûr »

En 2023, les préoccupations humaines ont été prises en compte dans le cadre d'un nouveau référentiel. En intégrant les enjeux de justice sociale, ce travail propose de définir non seulement des « frontières sûres du système Terre », mais également des « frontières justes ». Partant du constat que les populations ne sont pas également exposées aux changements en cours, il s'agit alors de se poser la question suivante : quelle limite physique peut être considérée comme juste si l'on considère qu'aucune population humaine ne doit être exposée à des dommages significatifs ?

Huit déterminants du système Terre, parfois différents de ceux du précédent référentiel, ont été retenus. Pour chacun, les scientifiques ont défini une frontière « sûre », qui délimite les conditions permettant de stabiliser le système Terre ; mais aussi une frontière « juste », qui minimise les dommages aux personnes, tout en assurant l'accès à tous aux services et aux ressources essentiels permettant de mener une vie digne. En ajoutant cette dimension de justice sociale, les objectifs à atteindre sont parfois plus ambitieux encore.

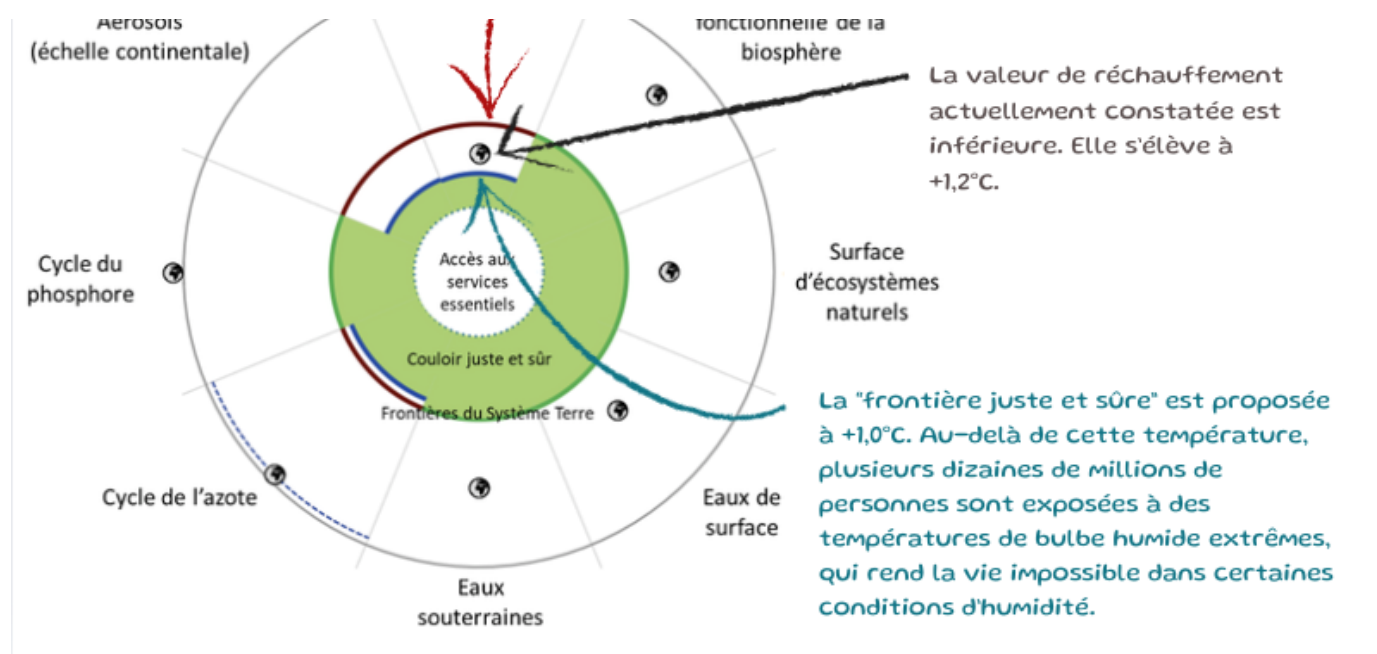
Des frontières “justes et sûres” du système Terre : un objectif (encore) plus ambitieux ?

Pour les huit éléments du système Terre retenus, une **frontière “sûre”** est déterminée, ainsi qu'une **frontière “juste”**. Les deux se superposent parfois... mais pas toujours :

- 🌐 Etat actuel
- Zone sûre
- Zone juste
- Zones juste et sûre alignées



Ex. pour le changement climatique : la variable de contrôle choisie est cette fois-ci la hausse de température constatée en comparaison de l'ère préindustrielle. La "frontière sûre" est proposée à +1,5°C .



La limite juste et sûre pour le climat : comment l'appliquer à la Métropole de Lyon ?

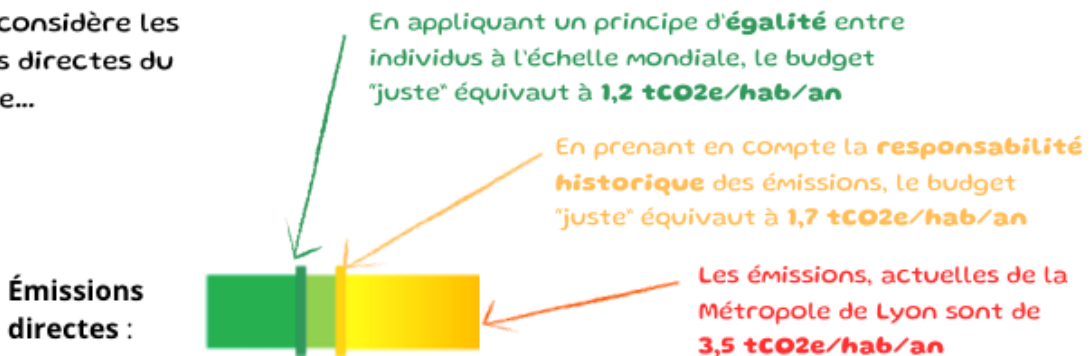
Respecter la limite juste et sûre pour le climat (+1 °C) n'est plus possible ; en revanche, nous pouvons encore éviter de franchir la frontière « sûre », en limitant le réchauffement à +1,5 °C au niveau mondial. Ce seuil correspond par ailleurs à l'objectif fixé par l'Accord de Paris sur le climat. Pour y parvenir, il faut limiter nos émissions de gaz à effet de serre à hauteur d'un certain « budget d'émissions » mondial maximal, qu'il est ensuite possible de répartir entre aujourd'hui et 2050 – date à laquelle nous devons avoir atteint la neutralité carbone.

Pour savoir ce que cela signifie pour la métropole de Lyon, il faut faire un certain nombre de choix quant à la répartition de ce budget mondial. Cela pose des questions techniques, mais plus encore éthiques. Par exemple, doit-on prendre en compte les émissions du territoire de la métropole, ou doit-on intégrer les émissions importées dans les consommations des habitants ? Doit-on prendre en compte les émissions passées, ou pas ? Les résultats obtenus sont alors très différents...

Assigner un budget maximal de gaz à effet de serre à la Métropole de Lyon : un choix éthique

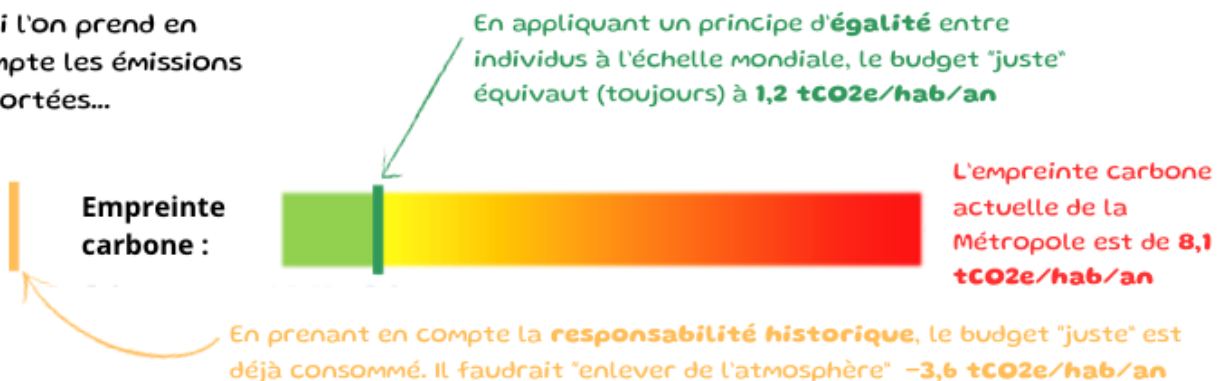
Pour **répartir entre territoires** le budget mondial de gaz à effet de serre permettant de respecter l'objectif de 1,5°C, **plusieurs options** sont possibles. Elles supposent des arbitrages **éthiques** et politiques...

1) Si l'on considère les émissions directes du territoire...



Problème : la majorité des émissions associées à la métropole de Lyon se retrouvent dans l'empreinte de ses **importations**....

2) Si l'on prend en compte les émissions importées...



Territorialiser la limite juste et sûre pour la biodiversité : les apports de la notion d'intégrité fonctionnelle

La limite juste et sûre concernant l'intégrité de la biosphère est mesurée de deux manières.

La première concerne les écosystèmes naturels. Les scientifiques estiment qu'il faudrait que 50 à 60 % de la surface terrestre corresponde à des écosystèmes naturels majoritairement intacts. Seuls 45 à 50 % des écosystèmes peuvent aujourd'hui être considérés comme tels.

La seconde limite concerne les écosystèmes occupés par les humains et leur intégrité fonctionnelle, c'est-à-dire leur capacité à produire différentes fonctions écologiques —

comme la pollinisation, la lutte contre les ravageurs ou les maladies, la régulation de la qualité de l'eau, la protection des sols, l'atténuation des risques naturels, etc. La littérature montre que chaque maille de 1 km² de zone anthropisée devrait comporter au moins 20 à 25 % d'habitats semi-naturels diversifiés pour permettre aux espèces indigènes d'assurer ces fonctions. 100 % des surfaces anthropisées devraient respecter cette proportion minimale ; or, à l'échelle mondiale, seul un tiers y parviennent aujourd'hui.

Cette intégrité fonctionnelle présente l'avantage de pouvoir être estimée à l'échelle locale. Par exemple, à l'échelle de la Métropole de Lyon.

L'intégrité fonctionnelle de la biosphère sur la Métropole de Lyon

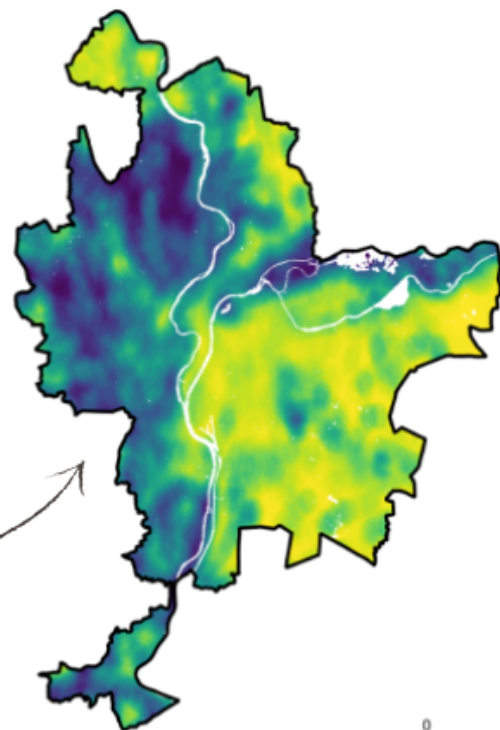
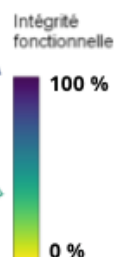
L'analyse s'opère à partir de **données satellitaires**. Pour chaque pixel de 10 m x 10 m, on évalue la **proportion de surfaces semi-naturelles** dans le km² qui l'entoure : de 0 à 100 %.

Ex. : 100 % des espaces alentours sont naturels ou semi-naturels

Pour assurer leurs fonctions écosystémiques, au moins 20 à 25 % des surfaces anthropisées d'1 km² doivent être semi-naturelles

En moyenne, les conditions minimales de présence d'espaces semi-naturels sont respectées dans **59 % du territoire** de la métropole de Lyon.

C'est loin de la limite planétaire préconisée de 100 %. Mais c'est mieux que la moyenne mondiale.



En plus de préserver les zones semi-naturelles existantes, l'indice d'intégrité fonctionnelle montre l'intérêt, d'un point de vue de la biodiversité, de **végétaliser davantage l'est** du territoire, aussi bien en zone urbaine que rurale et agricole (arbres, haies, etc.).

La limite juste et sûre pour l'eau à la métropole de Lyon : une situation sous influence du climat

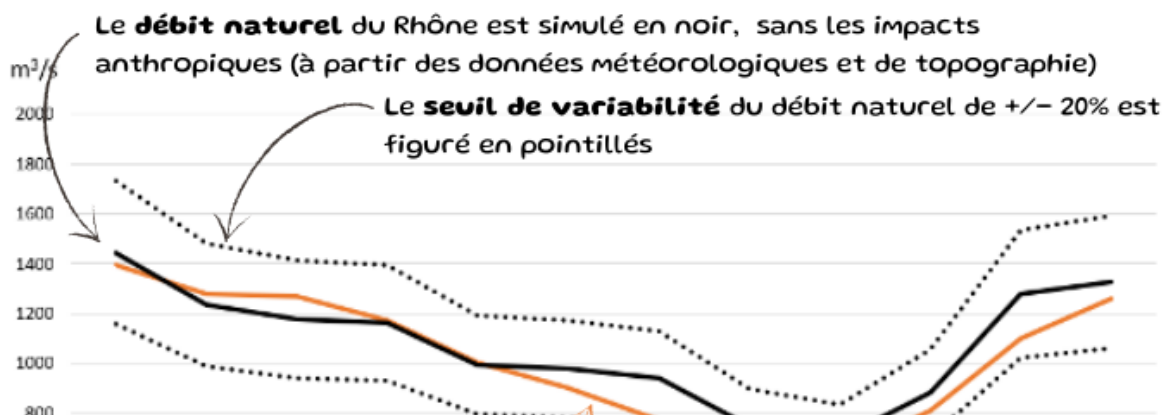
La limite juste et sûre concernant l'eau aborde deux aspects : l'eau « verte », qui est utilisée par les végétaux ; et l'eau « bleue », qui alimente les cours d'eau et les aquifères, et dont dépendent les écosystèmes aquatiques. Pour cette dernière, deux ressources sont considérées.

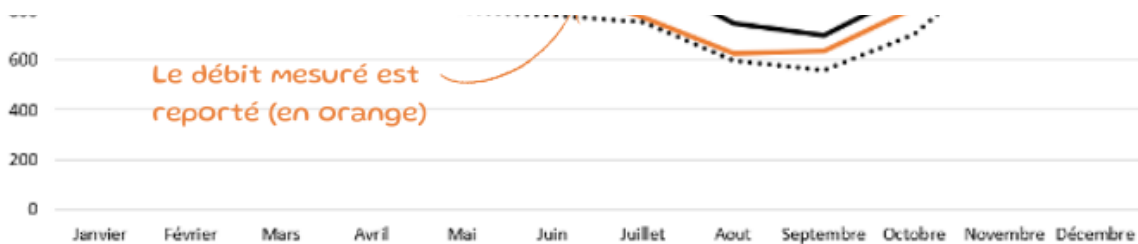
La première concerne les eaux de surface, pour lesquelles une limite est relative à la variation de débit des cours d'eau par rapport aux débits naturels. Cette limite est proposée à $\pm 20\%$ du débit naturel. Au niveau mondial, environ un tiers des écoulements d'eau ne respectent pas cette limite de variabilité pendant au moins un mois dans l'année.

La seconde limite concerne les eaux souterraines. Le principe général retenu est que les prélèvements d'eau dans les aquifères doivent être inférieurs à leur recharge. On estime que, à l'échelle mondiale, ce principe est aujourd'hui globalement respecté, mais avec de fortes disparités : 47 % des aquifères subiraient ainsi des prélèvements supérieurs à leurs capacités de recharge. D'où l'intérêt de territorialiser ces informations, par exemple à la Métropole de Lyon.

La frontière “juste et sûre” appliquée à l'eau : quelle réalité sur la Métropole de Lyon ?

Sur la métropole de Lyon, il est possible d'observer le débit du Rhône, puis d'estimer l'influence des équipements humains sur le débit naturel.





Pour trois mois de l'année, **les débits observés sont proches de dépasser la frontière** de -20% de variation par rapport aux débits naturels.

Le changement climatique pourrait fortement aggraver la situation.

Pour les **aquifères**, les données ne montrent **pas de dépassement de la recharge**. Mais là encore, le **changement climatique** pourrait changer la donne à l'avenir...

Les autres limites justes et sûres : état des lieux et perspectives pour les territoires

Dans le cadre de l'étude à l'échelle de la Métropole de Lyon, trois frontières « justes et sûres » n'ont pas été explorées pour l'instant : le cycle du phosphore, le cycle de l'azote et les aérosols.

Les cycles du phosphore et de l'azote ont été profondément perturbés depuis plus d'un siècle par les activités agricoles, du fait de l'usage trop important d'engrais. Ce déséquilibre entraîne notamment l'eutrophisation des écosystèmes aquatiques, ou encore la pollution des nappes phréatiques. Les limites sûres et justes proposées pour ces enjeux sont fondées sur la quantité d'azote et de phosphore que les végétaux sont capables de recycler, afin que les surplus ne mettent pas en péril le fonctionnement des écosystèmes. Ces deux frontières sont largement dépassées au niveau mondial, et dans de très nombreuses régions du monde — dont la région lyonnaise.

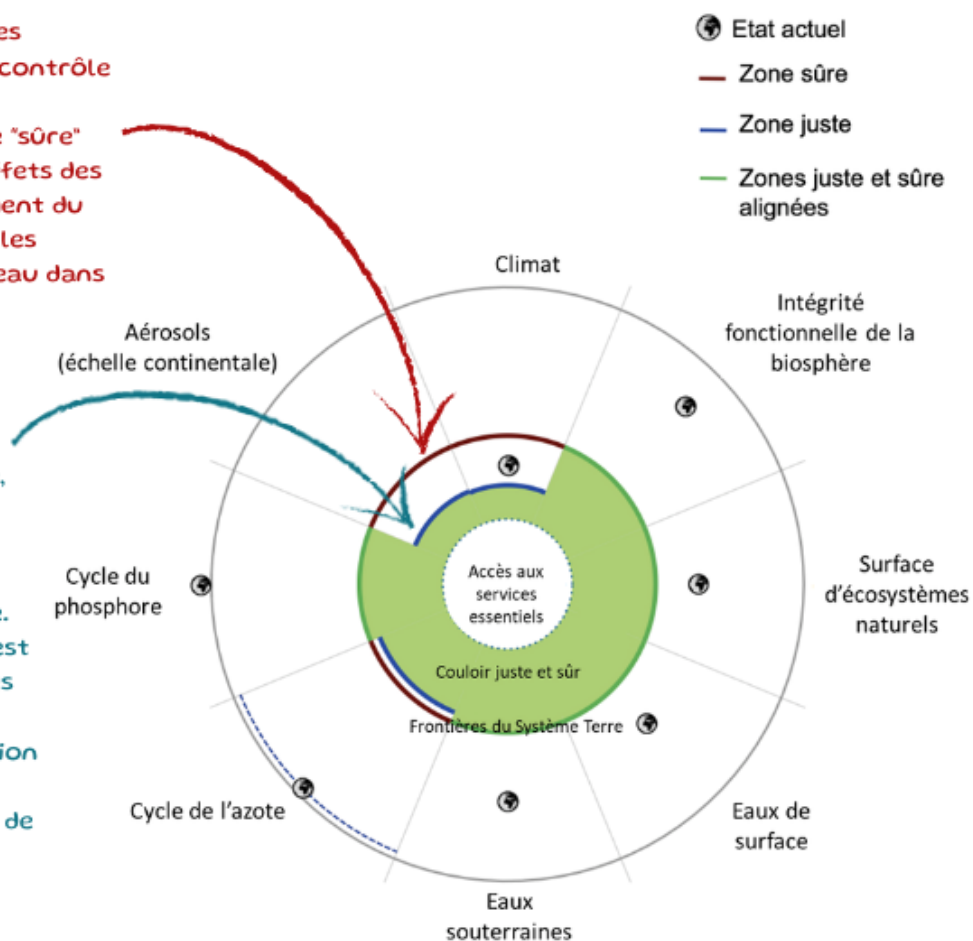
De son côté, l'émission de particules aérosols a des effets sur le fonctionnement de l'atmosphère et le cycle de l'eau, pouvant perturber la répartition saisonnière et géographique des intempéries comme les moussons. La présence de particules fines a aussi un effet largement documenté sur la santé humaine. Et c'est précisément sur cette dimension sanitaire qu'est fondée la limite sûre et juste concernant les aérosols. Pour les particules d'un diamètre inférieur à 2,5 μm (dites PM 2,5), le seuil proposé équivaut à une concentration de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'air. Sur l'agglomération lyonnaise, le seuil réglementaire actuel de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ est respecté, mais ce n'est pas toujours le cas de la frontière « sûre et juste » de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les aérosols : quand la préoccupation sanitaire invite à rehausser l'ambition écologique

Les **aérosols** perturbent le fonctionnement du **système Terre**, mais ils ont aussi un impact sur la **santé humaine**. La frontière "juste" est donc plus ambitieuse que la frontière "sûre"...

Dans le référentiel des limites planétaires, la variable de contrôle retenue est l'opacité de l'atmosphère. Et la frontière "sûre" est estimée au regard des effets des aérosols sur le fonctionnement du système Terre – notamment les perturbations du cycle de l'eau dans certaines régions.

Dans le référentiel des frontières du système Terre, c'est la concentration de particules fines dans les basses couches ("à hauteur d'homme") qui est considérée. La frontière "sûre et juste" est fixée en fonction de critères sanitaires, pour éviter la surmortalité liée à l'exposition aux particules fines. Cette frontière est dépassée dans de très nombreuses régions du monde.



Conclusion : une première étape dans l'appropriation des frontières du système Terre à l'échelle locale

L'exercice réalisé à la Métropole de Lyon a permis de confronter les travaux universitaires très

récents sur les limites du système Terre à la réalité du quotidien d'une collectivité locale. Ce passage des travaux scientifiques internationaux aux préoccupations politiques locales est parfois complexe.

Le référentiel scientifique renvoie en effet à des enjeux qui, pour la plupart, sont encore peu connus du grand public et nécessitent un travail de vulgarisation qui reste largement à déployer. Par ailleurs, la manière la plus pertinente de territorialiser ces frontières planétaires reste une question ouverte, qui fait intervenir des questions techniques (comme la disponibilité des données locales), mais aussi des enjeux éthiques (comme la manière d'imputer un impact global à l'échelle d'un territoire).

Enfin, le cadre des limites du système Terre est pour l'instant moins connu que celui des limites planétaires ou que le « donut » inventé par l'économiste Kate Raworth. Il est encore difficile de savoir si le cadre des limites du système Terre parviendra à s'imposer dans les années à venir. Mais ce n'est pas impossible.

Car le référentiel présente de nombreux atouts. À l'instar de celui des limites planétaires, il permet de décentrer le regard au-delà du seul enjeu climatique, auquel la transition écologique est encore trop souvent réduite. En introduisant un enjeu de justice dans le référentiel des limites planétaires, il présente également l'avantage d'élargir la focale sur une problématique — la solidarité écologique — dont la prise en compte est absolument centrale pour réussir la transition.

Enfin, comparativement à celui des limites planétaires, ce nouveau référentiel est plus facilement déclinable et appropriable à l'échelle locale. En croisant les regards et les attentes des chercheurs et des praticiens, le travail réalisé à la Métropole a d'ailleurs permis une telle appropriation. Cette hybridation des savoirs et des compétences s'est avérée parfois féconde, par exemple en renouvelant l'appréhension de sujets comme l'intégrité de la biosphère, et en révélant la nécessité de mieux considérer la biodiversité dans les espaces très anthropisés de l'Est lyonnais — en milieu urbain, mais aussi en milieu agricole.

Un premier pas, espérons-le, vers une meilleure prise en compte locale des limites du système Terre par les acteurs publics.

**DES LIMITES
PLANÉTAIRES AUX
FRONTIÈRES DU
SYSTÈME TERRE :
QUELLES IMPLICATIONS
POUR LA MÉTROPOLE**

DE LYON ? SYNTHÈSE



ARTICLE

La limite juste et sûre pour le climat : comment l'appliquer à la Métropole de Lyon ?

DULI RASHID, INGÉNIEUR : « TERRITORIALISER LES LIMITES PLANÉTAIRES DEMANDE DES CHOIX POLITIQUES »



INTERVIEW DE DULI RASHID

Élève ingénieur à l'École des Mines de Saint-Étienne

Les limites planétaires : quelles questions sur le plan scientifique et politique ?

LES FRONTIÈRES DU SYSTÈME TERRE : QUAND LA JUSTICE SOCIALE S'INVITE DANS LES DÉBATS SUR LES LIMITES PLANÉTAIRES



ARTICLE

Cet article revient sur quelques-unes des évolutions récentes : les préoccupations relevant de la justice et de la solidarité.

CHANGEMENT CLIMATIQUE : COMMENT TERRITORIALISER LA RESPONSABILITÉ DE LA MÉTROPOLE DE LYON DANS LE DÉPASSEMENT DES LIMITES PLANÉTAIRES ?



**ARTICLE**

Peut-on mesurer la responsabilité d'un territoire dans ce dépassement ? Et quelles leçons en tirer ?

L'INTÉGRITÉ DE LA BIOSPHERE : UN REGARD COMPLÉMENTAIRE SUR LA BIODIVERSITÉ APPLIQUÉ À L'ÉCHELLE DE LA MÉTROPOLE DE LYON

**ARTICLE**

Appliquée à l'échelle locale, les indicateurs des « frontières du système Terre » participent à renouveler notre regard sur la biodiversité.

LE CYCLE DE L'EAU DANS LE RÉFÉRENTIEL DES LIMITES PLANÉTAIRES : QUOI DE NEUF ? ET QUELLE IMPLICATION POUR UN TERRITOIRE COMME LA MÉTROPOLE DE LYON ?



ARTICLE

Quel état du cycle de l'eau pour les territoires ?

CYCLE DE L'AZOTE, CYCLE DU PHOSPHORE, AÉROSOLS : QUELLES ÉVOLUTIONS ET QUELS ENJEUX POUR LA MÉTROPOLE DE LYON ?



ARTICLE

Quelles perspectives pour la Métropole de Lyon ?

