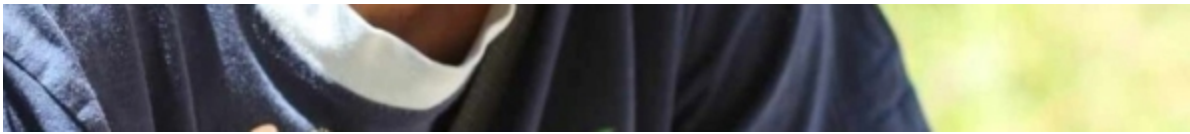


Vous êtes ici : [Accueil](#) > [Climat & Environnement](#) > [Les limites planétaires : quelles implications et applications pour les territoires ?](#) > Duli Rashid, ingénieur : « Territorialiser les limites planétaires demande des choix politiques »

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

[< Retour au sommaire du dossier](#)





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

INTERVIEW DE DULI RASHID

La dégradation du climat n'est malheureusement pas la seule variable qui met en péril les équilibres écologiques planétaires.

C'est pour attirer l'attention des décideurs sur cette réalité que le référentiel des limites planétaires a été proposé par les scientifiques il y a une quinzaine d'années.

Élève ingénieur à l'École des Mines de Saint-Étienne, Duli Rashid a travaillé en 2024 avec la Métropole de Lyon sur la territorialisation de ce référentiel.

Il rappelle ici les questions que pose un tel travail, que ce soit sur le plan scientifique ou, parfois même, politique.

Réalisée par : Aurélien BOUTAUD , Natacha GONDRAN

Tag(s) : Biodiversité, Climat, Ressources, Pensées politiques

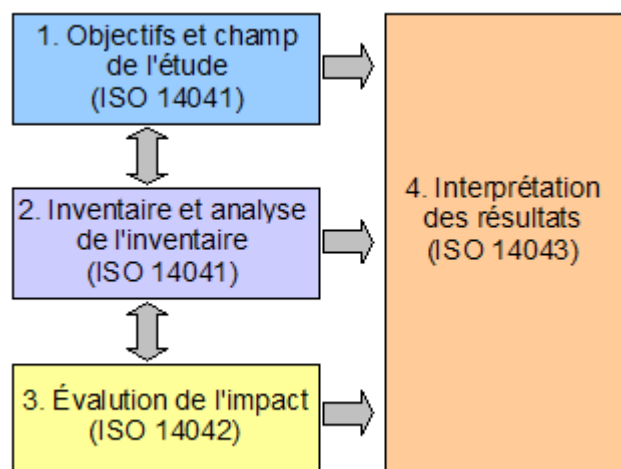
Date : 12/09/2024

Est-ce que vous pouvez vous présenter en quelques mots ?

Je suis actuellement étudiant à l'École des Mines de Saint-Étienne, en dernière année. Je fais également un master en sciences environnementales avec l'ENTPE et les Mines de Saint-Étienne, et je termine un stage au sein de la Métropole de Lyon sur la question de la territorialisation des limites planétaires.

Comment en êtes-vous arrivé à vous intéresser aux limites planétaires ?

Par le passé, j'ai surtout fait de l'ACV [*Analyse de cycle de vie, NDA*]. J'ai eu l'occasion de faire deux stages sur le sujet, ce qui m'a permis de m'intéresser à l'évaluation environnementale de manière plus globale. J'avais un peu entendu parler des limites planétaires, à travers des publications sur l'ACV, mais c'est surtout en rencontrant Natacha Gondran, professeure à l'École des Mines de Saint-Étienne et spécialiste du sujet, que je m'y suis intéressé.



Relations entre les différentes étapes du processus d'analyse du cycle de vie. © Auteur : Stéphane Guidoin, inspiré de ISO 14040

Vous pouvez nous rappeler quels sont les principes généraux de ce référentiel des limites planétaires ?

C'est un concept assez récent dans la littérature académique, qui a été introduit en 2009 dans une publication de Johann Rockström et ses collègues. Le but est de considérer le système terrestre et d'en définir des sous-systèmes, comme le climat ou la biosphère, qui permettent de représenter l'impact de l'homme sur la planète.

On va donc définir, pour chaque sous-système, des limites qui permettent de déterminer si l'impact de l'humanité est trop important, ou si au contraire on reste dans un « espace de fonctionnement sûr », pour reprendre le terme utilisé – c'est-à-dire un espace qui permet de s'assurer qu'il n'y a pas de basculement ou de changement d'état du système Terre. En sachant que, si on dépasse les limites sur tous les sous-systèmes, un changement d'état peut s'opérer de manière plus ou moins irréversible, avec des effets considérables sur les écosystèmes et sur la société.

«Si on dépasse les limites sur tous les sous-systèmes, un changement d'état peut s'opérer de manière plus ou moins irréversible»

Vous évoquez le climat et la biosphère, il y a d'autres sous-systèmes pris en compte ?

Oui, il y en a neuf en tout. Le plus connu est le climat, mais il y a aussi l'eau, la biosphère,

les cycles de l'azote et du phosphore, l'occupation des sols, les aérosols, la couche d'ozone, l'acidification des océans et ce qu'on appelle les entités nouvelles.

Comment sont mesurées et déterminées les limites au sein de chaque sous-système ?

À l'échelle globale, il y a des variables de contrôle qui sont définies pour chaque sous-système. Par exemple, pour le climat, il peut s'agir de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère, exprimée en partie par millions (ppm) ; ou alors le forçage radiatif.

Ces variables de contrôle permettent de définir en général deux limites. La première limite est élevée, ce qui signifie que la dépasser implique un très grand risque de changement d'état. L'autre limite, plus basse, définit ce qu'on appelle « l'espace de fonctionnement sûr » : cela signifie que si on ne la dépasse pas, on a l'assurance de ne pas provoquer un changement d'état du système. Pour le climat, typiquement, cela correspond à 350 ppm.

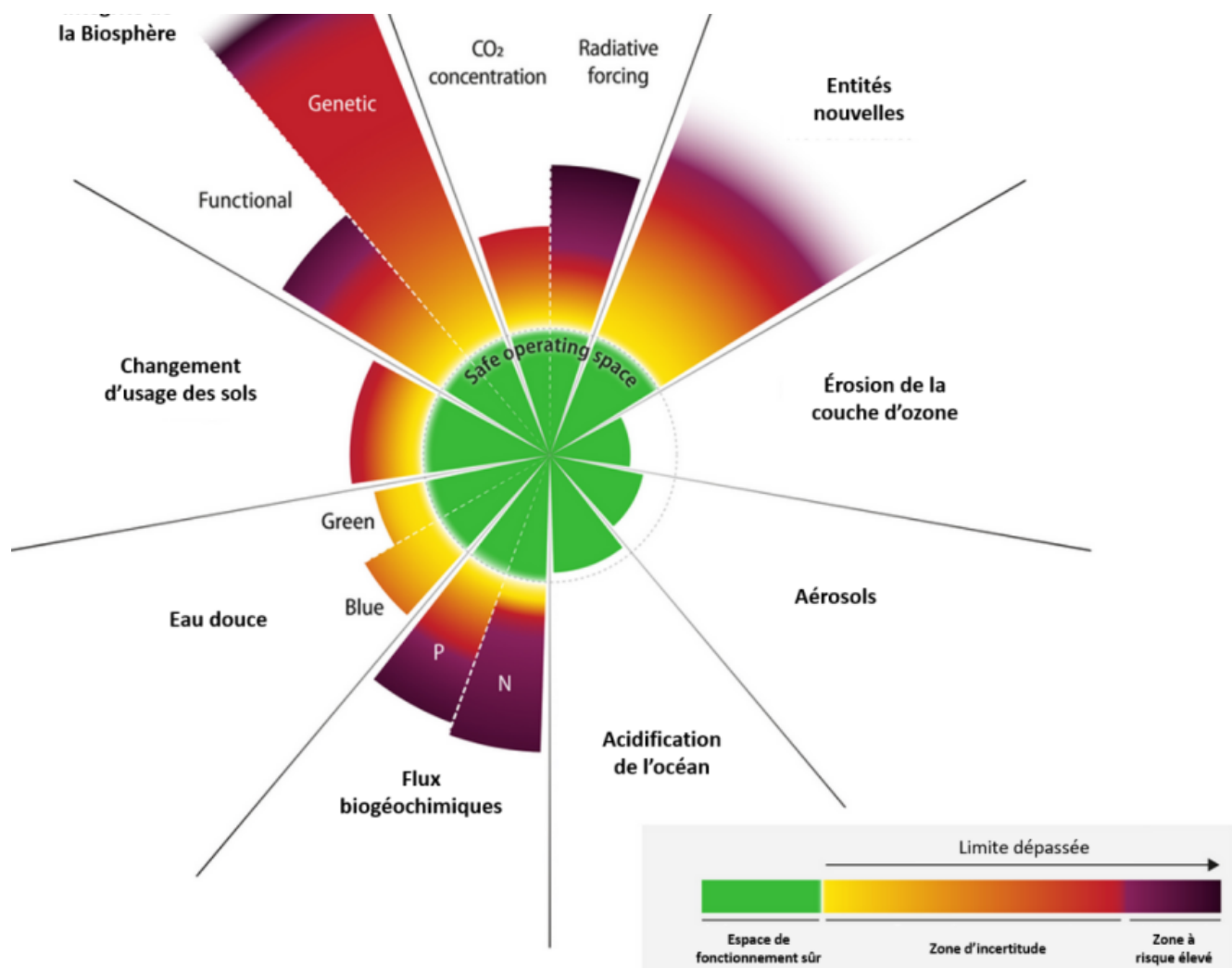
Il faut donc ne pas dépasser cette limite pour, idéalement, rester dans une zone sûre. Mais si on dépasse cette limite (ce qui est le cas aujourd'hui pour le CO₂) cela ne signifie pas qu'il y a un changement d'état du système climatique. Cela signifie que ce changement devient possible, c'est bien cela ?

Oui, on augmente la probabilité d'un tel événement au fur et à mesure que l'on s'éloigne de cette limite. On ne sait pas exactement quand cela aura lieu.

Tous les sous-systèmes fonctionnent donc selon ce principe d'évaluation du risque. Où en est-on aujourd'hui de la connaissance sur ces autres limites ?

Dans le dernier article-cadre publié en 2023, tout a été mesuré, avec plus ou moins de fiabilité, selon les sous-systèmes. Typiquement, il y a un sous-système qui s'appelle « entités nouvelles » et qui représente l'ensemble des substances d'origine humaine qui sont introduites dans l'environnement : chimiques, physiques, radioactives, etc. C'est très compliqué à mesurer, il y a énormément de substances concernées, on a donc des proxies qui sont proposés pour essayer de mesurer si la limite a été dépassée ou pas.

Mais dans la publication de 2023, par Richardson et ses collègues, les neuf limites sont quantifiées. Au moment où le travail a été fait, six des neuf limites étaient dépassées. Et sur les trois qui ne sont pas dépassées, il y a l'acidification des océans, qui est très proche d'un dépassement de la limite « basse ».



Représentation graphique de l'état des 9 sous-systèmes du référentiel des limites planétaires (adapté de Richardson et al., 2023)

«Les neuf limites sont quantifiées. Au moment où le travail a été fait, six des neuf limites étaient dépassées»

Au-delà des nombreuses incertitudes qui ont été évoquées, est-ce qu'il y a d'autres critiques qui sont émises à l'égard de ce référentiel des limites planétaires ?

Dans le cadre de l'étude que j'ai réalisée, il ressort que ce cadre est très adapté pour interpellier sur l'impact de l'homme à l'échelle planétaire, mais il ne permet pas forcément de prendre les mesures qui s'imposent parce que cette dimension planétaire n'est peut-être pas l'échelle d'action et de décision politique la plus évidente pour se saisir du sujet. Une autre limite est liée au fait qu'on ne prend pas en compte les impacts différenciés, à l'échelle par exemple des pays : il y a un enjeu de justice sociale qui n'est pas pris en compte.

Typiquement, pour prendre à nouveau le cas du réchauffement climatique, ce sont les pays du Nord qui ont historiquement beaucoup pollué, mais ce sont les pays du Sud qui vont être les plus impactés par le réchauffement climatique, au point de parler aujourd'hui d'inhabitabilité. Il y a déjà des pays, comme l'Inde, où on constate des températures trop élevées, qui posent des questions d'habitabilité à court terme. Comme le référentiel est global, il ne permet pas de rendre compte de ces disparités.

«Il y a un enjeu de justice sociale qui n'est pas pris en compte»

C'est pour cela que vous avez essayé de décliner les limites planétaires à l'échelle d'un territoire comme la métropole de Lyon ? Est-ce qu'il y avait déjà des travaux réalisés à cette échelle, ou bien au niveau national ?

Oui, dans les années 2010, beaucoup d'auteurs se sont intéressés à appliquer ce cadre des limites planétaires à une échelle nationale, voire territoriale. La principale méthode qui a été mise en œuvre durant cette période consiste à utiliser des principes de répartition. On prend par exemple un principe de répartition égalitaire, qui consiste à considérer que toute la population a le droit à la même quantité, et on répartit une limite sur cette base à l'échelle planétaire.

Par exemple, on divise une quantité totale d'émission par la population mondiale, pour avoir une quantité d'émission à laquelle on a droit pour un habitant et pour un an. C'est ce principe qui dominait dans les années 2010, mais un nouveau cadre a été proposé plus récemment, qui s'appelle les limites du système Terre, et qui permet de prendre en compte les enjeux de justice sociale que j'évoquais précédemment.

Au lieu de proposer simplement une limite planétaire, on calcule une limite « juste », qui prend en compte la justice sociale, afin qu'aucun territoire ne soit trop impacté par le dépassement de la limite en question.

Si on prend l'exemple du changement climatique, qui est peut-être le plus documenté, cela signifie qu'il faut éviter de rendre certaines zones inhabitables ?

Oui, on s'intéresse aux effets locaux. Une limite globalement admise dans différents rapports du GIEC consiste en un réchauffement compris entre 1,5 et 2 °C par rapport à l'ère préindustrielle. On n'a pas encore tout à fait atteint cette limite de 1,5 °C aujourd'hui, pourtant il y a des territoires qui sont déjà en train de devenir inhabitables. Cela voudrait dire que la limite devrait être plus basse pour qu'il n'y ait aucun territoire inhabitable. L'article publié en 2023 propose une limite « juste » de 1 °C. (...) Cela permet de savoir

quelle limite il faudrait se fixer si on voulait garder tous les territoires habitables.

«On n'a pas encore atteint cette limite de 1,5 °C, pourtant il y a des territoires en train de devenir inhabitables»

Ensuite, comment fait-on pour territorialiser ces limites « justes » ?

Il y a une grosse différence en fonction des sous-systèmes, avec trois catégories distinctes. Pour les sous-systèmes globaux et systémiques, comme le climat, on ne peut pas faire de calcul de réchauffement climatique local, car l'enjeu est global. On utilise donc les principes de répartition que j'évoquais tout à l'heure, comme le principe d'égalité — mais il y en a beaucoup d'autres, comme la contribution économique, la responsabilité historique, etc.

Dans ce cas, on regarde quelle est la responsabilité du territoire dans le dérèglement global, et on le compare à ce qu'il devrait être pour respecter la limite, c'est bien ça ?

Voilà. Donc, pour le climat, l'indicateur ce sont les émissions de gaz à effet de serre.

Pathways Initiative - Future Earth

Changement climatique • La
variabilité du climat correspond à ...

Regarder sur

Et pour les autres sous-systèmes, comment fait-on ?

J'en ai étudié trois : le climat, l'intégrité fonctionnelle de la biosphère et l'eau. Pour l'eau, par exemple, on n'a pas forcément besoin d'un principe de répartition, parce que c'est une limite qui peut être définie à l'échelle locale, puisque ce sont des systèmes locaux qui sont en jeu. Les variables de contrôle qui sont définies dans les articles scientifiques sont donc directement applicables à l'échelle de la métropole de Lyon, par exemple.

Dans ce cas, on observe quelle est la pression exercée sur la ressource à l'échelle des bassins versants, par exemple ?

Oui. La bonne échelle devrait être le bassin versant, mais comme le territoire de la métropole est plus petit que le bassin versant du Rhône, on a utilisé des zones plus petites. Sachant que la limite est définie de deux manières différentes, avec les eaux de surface et les eaux souterraines.

Pour les eaux de surface, il faut que l'altération des débits soit inférieure à 20 % des débits écologiques — c'est-à-dire ce dont a besoin la rivière pour que les écosystèmes puissent fonctionner correctement.

Pour les eaux souterraines, il faut que les prélèvements soient inférieurs aux recharges des nappes souterraines.

Et pour le troisième sous-système que vous avez étudié, quel est le principe de territorialisation utilisé ?

Pour la biosphère, on a une approche anthropocentrée qui consiste à observer les contributions de la nature aux personnes, c'est-à-dire les services rendus par les écosystèmes. Il en existe plusieurs types. La limite est définie en observant quelle est la quantité d'espaces naturels ou semi-naturels qui est nécessaire pour maintenir ces contributions. On estime qu'il faut au moins 25 % d'espaces naturels ou semi-naturels par km² pour les maintenir.

Quels sont les résultats que vous avez obtenu à l'échelle de la Métropole ?

Pour la biosphère, par exemple, avec les bases de données dont on dispose, on observe qu'il y a sur la métropole 58 % des espaces qui respectent la limite proposée de 25 % d'espaces naturels ou semi-naturels par km², alors qu'à l'échelle globale on est environ à 31 %. Cela ne veut pas dire que c'est bien, cela veut aussi dire qu'il reste 42 % du territoire qui ne respecte pas cette limite.

Cela peut paraître surprenant qu'un territoire assez urbain comme une métropole ait un

résultat meilleur que la moyenne mondiale.

Oui, mais il y a de très grosses disparités sur la Métropole, avec une partie ouest qui est composée de nombreux espaces naturels ou semi-naturels. La partie ouest du territoire respecte à 93 % cette limite, et la partie est à 27 % seulement, il y a donc de très gros écarts.

Sur cette question précise, comment sont accueillis ces chiffres ? Est-ce que cela permet de jeter un regard nouveau sur le territoire, de fournir une information qui n'existait pas ? Ou au contraire, est-ce que l'indicateur est trop global ?

J'ai pu en discuter avec le service en charge de la biodiversité de la Métropole, et plusieurs choses en sont ressorties. La première, c'est que cela permet d'avoir une carte assez visuelle qui permet d'introduire le sujet des limites planétaires assez facilement.

En revanche, il faut nuancer certains résultats : ce n'est pas parce qu'un territoire apparaît comme dysfonctionnel avec cet indicateur qu'il est forcément mauvais pour la biodiversité, parce qu'on se contente d'identifier des espaces naturels ou semi-naturels. Inversement —, ce n'est pas parce qu'un espace est identifié comme *naturel* ou *semi-naturel* qu'il est forcément très bon pour la biodiversité.

«Ce n'est pas parce qu'un territoire apparaît comme dysfonctionnel qu'il est forcément mauvais pour la biodiversité»

Par exemple, un espace agricole très intensifié n'est pas distingué d'un autre beaucoup plus diversifié ? L'indicateur ne permet pas de les distinguer ?

Cela dépend de la base de données qui est utilisée pour définir l'occupation des sols, mais la méthode utilisée généralement se base sur des images satellites, avec des catégories d'espaces qui ne sont pas classées par usage, mais simplement par image. Dans le cas de la permaculture ou d'un bocage, par exemple, il y aura différentes strates de végétation et ce sera plutôt considéré comme une surface semi-naturelle ou naturelle. À l'inverse, les espaces agricoles intensifs sont considérés comme n'étant pas des espaces semi-naturels ou naturels.

UVED



Regarder sur

«Les espaces agricoles intensifs sont considérés comme n'étant pas des espaces semi-naturels ou naturels.»

Concernant la limite « eau », quels résultats avez-vous obtenus ?

C'était à la fois intéressant et compliqué. D'abord parce qu'il y a deux limites, concernant l'eau de surface et les eaux souterraines.

Pour les eaux de surface, sur la métropole, on observe qu'il y a peu de variation liée au prélèvement direct sur le Rhône et la Saône. En revanche il y a deux barrages — les usines hydroélectriques de Cusset et Pierre-Bénite — qui peuvent avoir un impact sur l'altération des cours d'eau, selon la manière dont on prend en compte l'altération.

Cela montre deux choses : il n'y a pas de problématique majeure en matière de débit des eaux de surface à Lyon, mais une étude complémentaire pourrait être utile pour mesurer l'impact réel des usines hydroélectriques sur les écosystèmes. L'étude n'a pas été poussée plus loin, je n'ai donc pas de conclusion à ce propos.

Pour les eaux souterraines, on a un territoire qui dépend d'une nappe d'accompagnement, or les calculs portant sur des nappes d'accompagnement sont très complexes, si bien qu'on parvient difficilement à mesurer une différence entre

prélèvement et recharge sur le territoire de la Métropole — en particulier, il est difficile d'estimer les recharges de nappe d'accompagnement du Rhône.

Cela nous a obligés à nous demander s'il n'y avait pas d'autres indicateurs qui pourraient être plus intéressants pour définir une limite. On n'a donc pas vraiment de conclusion sur cet enjeu, mais cela a permis de montrer qu'il y avait des problématiques locales à considérer, et que le cadre des limites planétaires défini à l'échelle globale n'est pas toujours adapté à cette échelle.

«Le cadre des limites planétaires défini à l'échelle globale n'est pas toujours adapté à cette échelle»

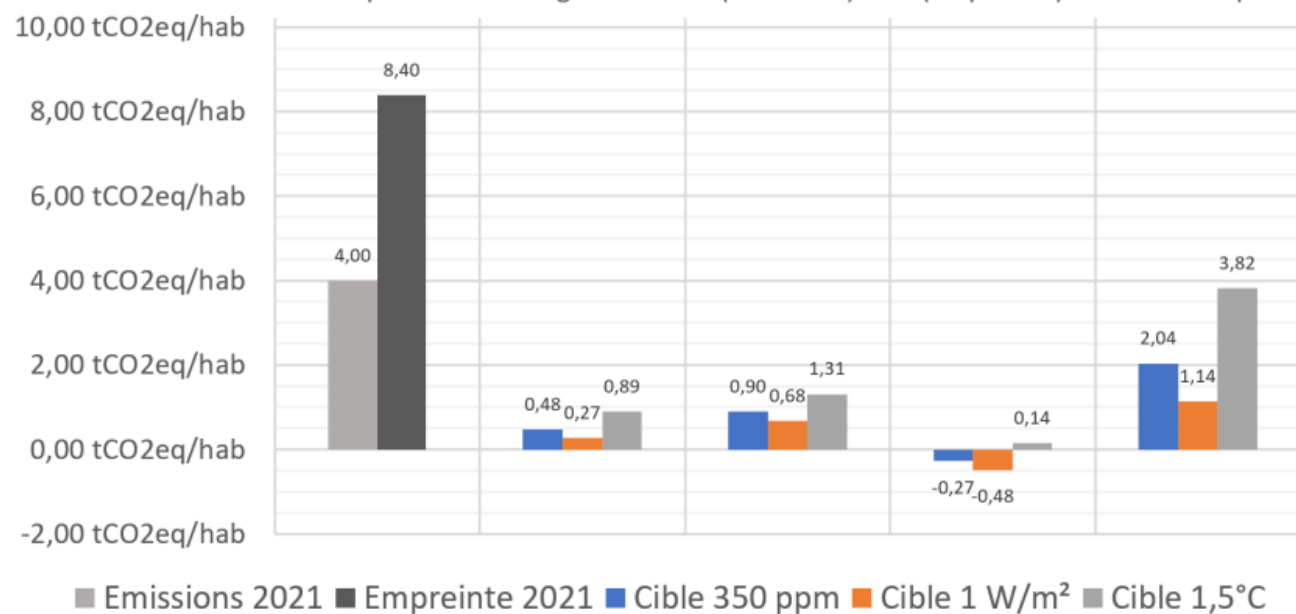
Cela signifie peut-être aussi qu'il n'y a pas de problème majeur de dépassement de cette limite à l'échelle de la métropole ?

A priori non, pour ce qui concerne les masses d'eau. Mais il y a quand même une étude de l'Agence de l'eau qui montre que la principale ressource souterraine, la molasse de l'Est lyonnais, connaît des prélèvements humains certes inférieurs aux recharges, mais avec des prélèvements qui sont tout de même très importants en proportion. Or, la métropole est très dépendante des eaux souterraines, avec plus de 90 % de l'eau potable qui est d'origine souterraine.

Sur le climat, en revanche, les méthodologies sont bien établies, mais vous disiez tout à l'heure que les résultats dépendaient beaucoup des méthodes de répartition des émissions, c'est bien cela ?

Oui. La première conclusion, c'est qu'il y a une multitude de possibilités de calculs, avec plus de cent combinaisons, donc un champ des possibles énorme qui implique nécessairement un choix politique. Pour l'illustrer, on a appliqué plusieurs principes de répartition, donc plusieurs méthodes de calcul des émissions maximum permettant de respecter la limite planétaire globale à laquelle on aurait droit annuellement.

On a ainsi obtenu neuf budgets annuels possibles pour la métropole, qu'on a pu comparer avec les émissions de la métropole et l'empreinte carbone d'un habitant pour 2021. Dans tous les cas, on est au-dessus des cibles préconisées, et on ne respecte donc pas encore le budget calculé à partir du référentiel des limites planétaires.



Différents budgets carbone de la métropole de Lyon permettant de respecter la limite climatique, en fonction de différents critères retenus. La figure montre, en tonne CO₂ équivalent par habitant, l'impact à gauche – en émissions et en empreinte – et les budgets à droite, selon le principe de répartition appliqué (égalité, responsabilité historique et contribution économique) et la variable de contrôle : concentration en CO₂ (bleu), forçage radiatif (orange), augmentation de la température vis-à-vis de l'ère préindustrielle (gris)

Selon le périmètre de calcul des émissions, et surtout selon le principe de répartition qui fait intervenir des enjeux de justice, on est donc plus ou moins loin de la cible... mais toujours au-dessus. Sur un sujet aussi majeur, il n'y a donc pas de consensus politique ou scientifique quant à la meilleure manière de calculer ou d'imputer les émissions à un territoire donné ?

Non, il n'y a pas vraiment de consensus aujourd'hui. (...) De toute façon, à un moment, il faut faire des choix, il faut juste être transparent sur les choix qui sont opérés, et pourquoi ils sont opérés. Cela dépend vraiment de l'objectif qu'on se fixe.

Quelles sont les principales conclusions de ce travail, et quelles suites pourraient être envisagées ?

L'intérêt, c'était de montrer qu'il y avait plein de choses possibles sur chacune des limites. Par exemple, sur l'intégrité de la biosphère, plusieurs bases de données peuvent être utilisées, et de différentes manières. Sur le climat, comme on vient de l'évoquer, il y a une multitude de principes de répartition qui peuvent être appliqués. Et pour l'eau, le travail a permis de mettre en avant l'importance des usines hydroélectriques dans l'altération potentielle des débits, mais aussi la limite du cadre des limites planétaires pour les eaux souterraines.

Il y a donc une multitude de possibilités qui restent ouvertes pour la recherche. Ensuite,

cela permet de positionner le territoire vis-à-vis des limites planétaires, et de proposer des limites propres au territoire. Et même si le travail est loin d'être terminé, cela donne une base méthodologique qui pourra être approfondie par la suite, que ce soit pour la métropole de Lyon ou pour d'autres territoires.

«Il y a une multitude de possibilités qui restent ouvertes pour la recherche»

Vous avez travaillé sur trois des neuf sous-systèmes, est-ce qu'il y en a d'autres qui pourraient être calculés à l'échelle de la métropole ?

Typiquement, les aérosols pourraient être intéressants à calculer à l'échelle du territoire, d'autant que la Métropole dispose de beaucoup de données sur la pollution atmosphérique. La limite des cycles du phosphore et de l'azote serait également intéressante à territorialiser, parce que, pour le sous-système de l'eau tel qu'il est aujourd'hui défini dans le référentiel des limites planétaires, on a des données uniquement quantitatives ; la qualité de l'eau n'est pas étudiée.

Pour observer cette dimension qualitative, il faudrait étudier deux sous-systèmes : d'une part les entités nouvelles (par exemple pour approcher le problème des PFAS) et d'autre part l'azote et le phosphore, pour lesquels on pourrait sans doute assez facilement avoir des données de concentration, afin d'observer les effets sur la qualité de l'eau. Ces deux limites seraient à mon avis intéressantes à analyser dans un premier temps. Les autres limites pourraient être intéressantes également, mais ce ne sont pas forcément les plus faciles à territorialiser.

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 ?