

Limites et empreintes environnementales de la Suisse dérivées des limites planétaires

Une étude commandée par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Résumé



Auteurs

Hy Dao
Pascal Peduzzi
Bruno Chatenoux
Andrea De Bono
Stefan Schwarzer
(UNEP/GRID-Genève et
Université de Genève)
&
Damien Friot
(Shaping Environmental Action)

Genève, mai 2015

Mots-clés

limites planétaires, économie verte, empreintes nationales, Suisse

Groupe d'accompagnement

Andreas Hauser (direction), Adrian Aeschlimann, Andreas Bachmann, Loa Buchli, Paul Filliger, Peter Gerber, Hans Gujer, Klaus Kammer, Anik Kohli, Nicolas Merky, Silvia Rauch, Ruedi Stähli, Gaston Theis, Markus Wüest (tous de l'Office fédéral de l'environnement OFEV), Anne-Marie Mayerat (Office fédéral de la statistique OFS).

Remerciements

Les auteurs expriment leurs remerciements à Markus Fischer et Jodok Guntern (Forum Biodiversité Suisse) pour leurs contributions substantielles, ainsi qu'à Josef Tremp et Martin Pfaundler (Office fédéral de l'environnement OFEV), Rolf Frischknecht (Treeze) et à tous les participants de l'atelier tenu en mars 2014 à Berne.

Citation suggérée

Dao Hy, Friot Damien, Peduzzi Pascal, Chatenoux Bruno, De Bono Andrea, Schwarzer Stefan (2015), Environmental limits and Swiss footprints based on Planetary Boundaries, UNEP/GRID-Geneva & University of Geneva, Geneva, Switzerland.

Mandaté par : l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), Division Economie et observation de l'environnement, CH-3003 Berne. L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Ce rapport a été préparé sous contrat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). Le mandataire est seul responsable de son contenu, qui ne reflète pas nécessairement les points de vue de l'OFEV.

Lien pour télécharger cette étude

<http://pb.grid.unep.ch>

Contexte

La présente étude s'inscrit dans le contexte du « plan d'action Economie verte 2013 » adopté par le gouvernement suisse en 2013. Le gouvernement suisse a officiellement exprimé la nécessité de respecter les limites planétaires dans la « Position de la Suisse sur le programme de développement durable pour l'après-2015 » (2013, 2014, 2015).

Ce rapport a été mandaté en novembre 2013 par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) au Global Resource Information Database (GRID-Genève, Programme des Nations Unies pour l'environnement) et à l'Institut des Sciences de l'Environnement de l'Université de Genève. Il a été écrit en collaboration avec l'ONG « Shaping Environmental Action ».

Le concept des limites planétaires

Les limites planétaires (Rockström et al., 2009b; Steffen et al., 2015) sont un ensemble de neuf limites biophysiques du système Terre qui devraient être respectées afin de maintenir, sur Terre, des conditions favorables à la poursuite du développement humain. Dépasser ces limites conduirait à un changement radical des sociétés humaines en perturbant certaines des bases écologiques du système socio-économique actuel.

La limite mondiale la plus connue est le Changement climatique. Huit autres limites mondiales ont été identifiées : l'Acidification des océans, l'Appauvrissement de l'ozone stratosphérique, les Pertes d'azote et de phosphore, l'Augmentation des aérosols atmosphériques, l'Utilisation de l'eau douce, l'Anthropisation de la couverture du sol, la Perte de la biodiversité et la Pollution chimique.

Appliquer les limites planétaires au niveau national

En tant que contribution au débat international, cette étude exploratoire propose de nouveaux indicateurs pour certaines des limites et explore la possibilité d'appliquer les limites planétaires au niveau de la Suisse. La génération d'indicateurs adaptés au contexte national est la deuxième tentative de ce genre après la Suède (Nykvist et al., 2013).

Les indicateurs (limites et empreintes) générés dans ce projet fournissent une indication sur la durabilité, en termes environnemental et dans une perspective mondiale de long terme, des impacts induits par la consommation suisse. Cette perspective suppose que, au niveau mondial, les populations passées, actuelles et futures ont, par définition, des droits similaires aux ressources. Les résultats de cette étude contribuent à la connaissance scientifique qui serait nécessaire pour identifier des objectifs politiques et mettre en place des mesures. Les limites proposées ne sont donc pas des objectifs politiques à atteindre.

L'approche

Une comparaison des limites et des empreintes, au niveau mondial et pour la Suisse

Une approche en trois étapes (Figure 1) permet de :

- a) mieux caractériser les limites planétaires et comprendre quelles sont les limites qui peuvent être actuellement quantifiées ;
- b) calculer les limites mondiales et nationales ainsi que les empreintes actuelles, et ;
- c) proposer des actions prioritaires.

a) Analyse préliminaire	1. Identification des Limites de la Planète reconnues comme globales
	2. Sélection des indicateurs
b) Calculs	3. Limites (mondiales & nationales)
	4. Empreintes (mondiales & nationales)
	5. Performances (mondiales & nationales)
c) Evaluation des priorités	6. Domaines prioritaires

Figure 1. Vue d'ensemble de l'approche

La limite mondiale, calculée pour chaque limite planétaire, est tout d'abord ramenée à l'échelle du pays. Les limites mondiales et nationales sont ensuite comparées aux empreintes environnementales actuelles. Les empreintes environnementales – une famille d'indicateurs basés sur une approche consommation (aussi décrite comme une approche basée sur la demande) - offrent une perspective complémentaire aux indicateurs classiques qui sont territoriaux. Ces derniers considèrent les émissions ou les impacts survenus sur le territoire d'un pays, par exemple les émissions de gaz à effet de serre nationales déclarées dans le cadre du Protocole de Kyoto. Les empreintes agrègent, en revanche, les impacts environnementaux et / ou l'utilisation des ressources le long des chaînes de production-consommation mondiales selon une perspective de cycle de vie. Les indicateurs de type empreinte permettent ainsi de quantifier les impacts environnementaux induits par la consommation de biens et de services des habitants d'un pays quel que soit le lieu où ils se produisent sur Terre (Figure 2).

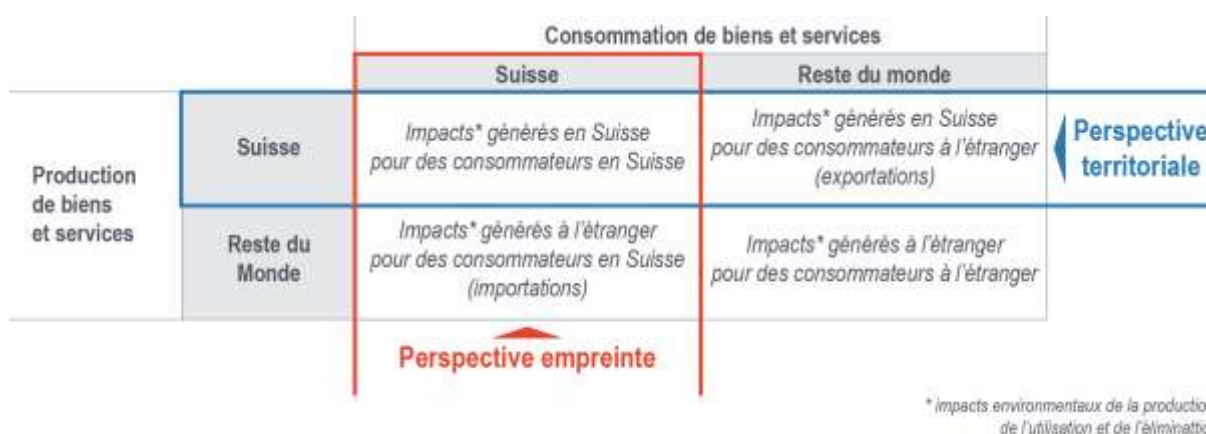


Figure 2. Impacts environnementaux de la Suisse : comparaison simplifiée entre les perspectives territoriale et de type empreinte

Adopter une perspective de type empreinte est de plus en plus pertinent dans notre économie mondiale interdépendante (Friot, 2009) car une partie croissante des impacts sur un territoire est générée pour satisfaire les besoins, via l'importation de produits, des consommateurs d'autres pays,. Ceci est particulièrement le cas pour les économies de petite taille, ouvertes et orientées vers les services comme celle de la Suisse, par exemple. Plus de la moitié des impacts environnementaux de la Suisse sont ainsi générés à l'étranger (Jungbluth et al. 2011 ; Frischknecht et al. 2014).

Convertir les limites mondiales à l'échelle nationale

Limites mondiales

Avant d'être ramenées à l'échelle nationale, les limites mondiales sont tout d'abord quantifiées pour chaque limite planétaire étudiée. Deux types d'indicateurs sont considérés:

- *Les budgets annuels* sont disponibles année après année, par ex. les terres agricoles et urbanisées : la limite mondiale annuelle est la même chaque année et la limite mondiale annuelle par habitant évolue chaque année, en fonction de la population mondiale.
- *Les budgets sur plusieurs années* sont disponibles une seule fois pour une période de temps donnée jusqu'à atteindre la limite, par ex. les émissions de carbone jusqu'en 2100 : le budget mondial est divisé par la somme cumulée des populations annuelles sur la période considérée. La limite mondiale annuelle par habitant est ainsi identique chaque année. Inversement, la limite mondiale varie chaque année en fonction de la population mondiale.

Dans les deux cas, les limites mondiales annuelles par habitant correspondent au principe de «part égale». Il est supposé que chaque habitant de la Terre a le droit d'utiliser la même quantité d'une ressource naturelle donnée.

Limites nationales

Les limites nationales sont ensuite calculées en appliquant une approche dite d'«allocation hybride». Les ressources sont allouées aux pays dans un premier temps, afin de représenter leur rôle dans l'allocation indirecte des ressources, puis aux personnes, celles-ci représentant les bénéficiaires finaux de l'allocation.

La part d'une limite planétaire par pays est définie comme la part de la population du pays par rapport à la population mondiale à une date de référence. La distribution des ressources disponibles entre pays est fixe à partir de cette date. Lorsque cela est justifié par l'état des connaissances, des droits ou des responsabilités, une date de référence est sélectionnée dans le passé, par ex. 1990 pour le Changement climatique. Pour les budgets disponibles sur plusieurs années, le budget actuel est calculé en soustrayant le budget national déjà utilisé depuis la date de référence.

Les limites nationales par habitant sont ensuite calculées en divisant la limite nationale par la population sur la période considérée, i.e. annuelle ou sur plusieurs années selon le type de l'indicateur.

Les limites annuelles nationales par habitant évoluent différemment pour chaque pays au cours du temps, en fonction des démographies nationales, puisque les limites nationales sont fixées à une date de référence donnée. Les limites annuelles nationales par habitant diffèrent donc des limites annuelles mondiales par habitant.

Calcul des indicateurs d'empreinte

Les indicateurs d'empreinte au niveau mondial sont calculés similairement aux limites mondiales sur la base de données géospatiales et de données de la littérature. Les empreintes suisses calculées dans cette étude sont basées sur une base de données environnementale de l'OFEV intégrant des données territoriales suisses officielles et des données modélisées pour les importations et les exportations. Lorsque cela est nécessaire,

des méthodes d'évaluation des impacts du cycle de vie sont appliquées pour convertir cet inventaire en valeurs compatibles avec les limites calculées.

Evaluation des performances mondiales et nationales

Afin d'évaluer la durabilité des empreintes, quatre catégories de performance ont été définies. Pour chaque limite planétaire, les scores quantitatifs globaux et suisses sont calculés comme le rapport entre l'empreinte et la limite. Puis, en tenant compte de l'incertitude et de l'évolution temporelle de l'empreinte, les scores sont classés dans l'une des quatre catégories suivantes:



Figure 3. Catégories de performance

Les cinq limites planétaires évaluées dans cette étude

Cinq limites planétaires sont évaluées dans cette étude : le Changement climatique, l'Acidification des océans, les Pertes d'azote et de phosphore (avec deux indicateurs), l'Anthropisation de la couverture du sol, et la Perte de la biodiversité.

Quatre limites ne sont pas calculées : l'Appauvrissement de l'ozone stratosphérique car la situation actuelle est gérée par des traités internationaux ; l'Augmentation des aérosols atmosphériques et la Pollution chimique, car les justifications scientifiques manquent actuellement pour fixer une limite ; et l'Utilisation de l'eau douce, considérée par les experts consultés comme un problème pour lequel seul des limites régionales peuvent être fixées.

Changement climatique

Cette limite planétaire a été établie pour éviter les modifications régionales à l'échelle mondiale, telles que, entre autres : les perturbations climatiques ; la réduction de la masse des glaciers terrestres et les menaces liées à l'approvisionnement en eau ; la disparition complète de la glace en mer Arctique ; l'affaiblissement des puits de carbone ; l'accroissement des impacts liés aux événements extrêmes ; les modifications des régimes de températures et de précipitation ; les changements en terme de biodiversité et d'agriculture, ainsi que l'élévation du niveau de la mer et l'érosion côtière qui lui est liée.

Le Changement climatique est un problème mondial puisque les émissions de gaz à effet de serre s'accumulent dans l'atmosphère quel que soit leur lieu d'origine. La limite mondiale pour le Changement climatique est évaluée avec un indicateur exprimé en termes *des émissions restantes cumulées de GES (incluant les changements de la couverture terrestre) pour une probabilité de 50% de rester en-dessous d'une augmentation de 2°C d'ici 2100 par rapport au niveau préindustriel.*

L'Acidification des océans

Cette limite planétaire a été établie pour éviter la "conversion des récifs coralliens en des systèmes dominés par les algues, l'élimination régionale d'aragonite - et de calcite à forte teneur en magnésium - formant le biota marin" (Rockström et al., 2009a), ainsi que l'effet négatif sur les puits de carbone marins.

L'Acidification des océans est causée par les émissions de CO₂, qui sont également la cause principale du changement climatique. L'Acidification des océans est un problème mondial

puisque les émissions de CO₂ s'accumulent dans les océans quelles que soient leur emplacement d'origine. Ses conséquences sont également mondiales, avec des variations régionales.

La limite mondiale de l'Acidification des océans est évaluée avec un indicateur exprimé en termes *des émissions restantes cumulées de dioxyde de carbone (CO₂) provenant des activités humaines afin de maintenir un état acceptable de saturation (Ω) de carbonate de calcium.*

Pertes d'azote et de phosphore

La limite planétaire concernant les Pertes d'azote a été établie pour réduire les impacts liés aux pertes d'azote réactif dans l'environnement. Celles-ci conduisent à l'eutrophisation et l'acidification des écosystèmes terrestres, d'eau douce et côtiers, ainsi qu'à la perte en biodiversité, au changement climatique et à des concentrations élevées d'ozone dans la basse atmosphère.

La limite planétaire concernant les Pertes de phosphore est définie plus étroitement par Rockström et al. (2009). L'objectif est d'éviter un événement anoxique océanique majeur, ayant des impacts sur les écosystèmes marins. L'arrivée de phosphore (P) dans les océans a été suggérée comme étant le principal moteur des événements anoxiques océaniques à l'échelle mondiale, susceptible d'expliquer les extinctions de masse au niveau de la vie marine par le passé (Handoh & Lenton, 2003).

L'azote et le phosphore sont généralement considérés comme des problèmes régionaux plutôt que mondiaux, car leurs effets se produisent à une échelle locale ou régionale. Une perspective mondiale peut toutefois être adoptée si les pertes d'azote et de phosphore dans l'environnement affectent le système Terre. En raison de la variabilité spatiale des impacts, l'existence d'un seuil global est cependant difficile à prouver avec certitude (Rockström et al., 2009b ; De Vries et al., 2013).

Les limites planétaires concernant les Pertes d'azote et de phosphore sont donc conçues comme une agrégation de seuils régionaux. La limite mondiale de l'azote est évaluée avec un indicateur exprimé en termes de *pertes d'azote agricoles liées aux engrais azotés et aux engrais de ferme.* La limite mondiale de phosphore est évaluée avec un indicateur exprimé en termes de *la consommation d'engrais phosphatés.*

L'Anthropisation de la couverture du sol

La limite planétaire de l'Anthropisation de la couverture du sol a été établie pour éviter la conversion irréversible et généralisée des biomes (tels que les forêts tropicales) en des états indésirables en limitant l'expansion des zones anthropisées. L'anthropisation des terres (par la culture et l'imperméabilisation) agit comme une variable lente touchant plusieurs aspects environnementaux tels que le sol, le paysage, l'eau, la biodiversité et le climat.

La couverture terrestre est généralement considérée comme un problème régional plutôt que mondial puisque les changements se produisent à une échelle locale ou régionale. Une perspective mondiale peut cependant être adoptée en considérant la manière dont les changements de la couverture terrestre affectent le système Terre, en particulier à travers leurs impacts sur le changement climatique (PNUE, 2012) ainsi que sur la biodiversité mondiale.

La limite mondiale pour l'Anthropisation de la couverture du sol est évaluée avec un indicateur exprimé en termes de *la surface terrestre anthropisée, considérant les terres*

agricoles et urbanisées (imperméabilisées), en tant que pourcentage des terres libres de glace (plans d'eau exclus).

La Perte de la biodiversité

La limite planétaire de la Perte de la biodiversité a été établie pour éviter un niveau de réduction en biodiversité qui mènerait à des états indésirables des écosystèmes de manière irréversible et généralisée. La biodiversité agit comme une variable lente affectant la résilience des écosystèmes et donc les services qu'ils fournissent, comme par exemple le stockage du carbone, la pollinisation ou l'eau douce.

La biodiversité est généralement considérée comme un problème régional plutôt que mondial puisque les changements se produisent à une échelle locale ou régionale. Une perspective mondiale peut cependant être adoptée en considérant que les preuves du rôle important de la biodiversité pour le fonctionnement des écosystèmes et du bien-être humain sont considérables (Cardinale et al., 2012 ; Hooper et al., 2005 ; Estes et al., 2011).

La limite mondiale pour la Perte de la biodiversité est évaluée avec un indicateur exprimé en termes de *dommages potentiels à la biodiversité, par type de couverture terrestre et en considérant le niveau de biodiversité par biome.*

Principaux résultats

Limites mondiales, empreintes actuelles et performances

Au niveau mondial, trois des six indicateurs pour lesquelles une performance a été calculée montrent une situation « clairement risquée », soit en raison d'un dépassement important de la limite (Changement climatique et Acidification des océans), soit en raison d'un dépassement combiné avec une tendance rapide à la détérioration (Perte de la biodiversité). Une des performances est qualifiée de « risquée » à cause d'un dépassement de la limite combinée à une situation évoluant lentement (Pertes d'azote) et deux performances sont considérées comme « sûres » (Anthropisation de la couverture du sol et Pertes de phosphore).

Pour quatre limites planétaires, la performance n'a pas été calculée : bien que des recherches supplémentaires soient nécessaires pour mesurer leurs performances, il n'existe actuellement aucune preuve, dans la littérature, que les limites de ces dernières soient actuellement dépassées.

Nous concluons, par conséquent, qu'au niveau mondial, les limites mondiales sont dépassées pour quatre des neuf limites planétaires et que la situation est considérée comme étant « clairement risquée » pour trois d'entre elles (le Changement climatique, l'Acidification des océans et la Perte de la biodiversité), tel qu'indiqué dans le tableau 1.

Performance	Limite Planétaire	Unités	Limite	Empreinte actuelle	Confiance	Evolution
Clairement risqué						
■	Changement Climatique	GtCO ₂ eq	12.3	50.8	élevée	détérioration rapide
	Acidification des Océans	GtCO ₂	7.6	38.6	élevée	détérioration rapide
	Perte de la Biodiversité	sans unités	0.16	0.2	basse	détérioration rapide
Risqué						
■	Pertes d'Azote	Tg	47.6	55.6	basse	évolution lente
Sûr						
■	Anthropisation de la Couverture du Sol	km ²	19 362 000	16 669 000	moyenne	évolution lente
	Pertes de Phosphore	Tg	38.5	31	basse	évolution lente

Tableau 1. Résumé des limites, empreintes et performances mondiales.

Une comparaison avec Rockström et al. (2009) et avec Steffen et al. (2015) pourrait laisser penser que les évaluations de la situation actuelle diffèrent. Il n'y a cependant pas de contradiction entre ces analyses. Tandis que Rockström et al. (2009) et Steffen et al. (2015) évaluent quelles sont les limites actuellement dépassées, les indicateurs considérés dans cette étude considèrent également les évolutions temporelles ainsi que l'utilisation passée et future des ressources afin d'évaluer si les empreintes actuelles sont à un niveau écologiquement durable.

Limites suisse, empreintes actuelles et performances

La situation suisse est très similaire à la situation mondiale pour trois des limites planétaires : le Changement climatique, l'Acidification des océans, la Perte de la biodiversité (tableau 2). Elle est pire pour deux d'entre elles : les Pertes d'azote, avec un dépassement important et donc une situation « clairement risquée », ainsi que l'Anthropisation de la couverture du sol qui est « risquée » parce que les empreintes se détériorent rapidement. Les informations manquent pour évaluer l'une d'elles, les Pertes de phosphore.

Performance	Limite Planétaire	Unités	Limite	Empreinte actuelle	Confiance	Evolution
Clairement risqué						
■	Changement Climatique	MtCO ₂ eq	4.8	109	élevée	détérioration rapide
	Acidification des Océans	MtCO ₂	5.7	82.8	élevée	détérioration rapide
	Perte de la Biodiversité	sans unités	0.16	0.3	basse	détérioration rapide
	Pertes d'Azote	Kt	53.8	108.6	basse	évolution lente
Risqué						
■	Anthropisation de la Couverture du Sol	km ²	21 900	17 600	moyenne	détérioration rapide
Sans données						
□	Pertes de Phosphore	Mt	43.6	sans données	basse	évolution lente

Tableau 2. Résumé des limites, empreintes et performances suisses.

Anticiper avec des scénarios de statu quo

Considérant les projections des populations suisses et mondiales futures, l'évolution des limites par habitant est présentée dans la Figure 4 pour les limites planétaires se basant sur un budget annuel (Pertes d'azote et de phosphore, Anthropisation de la couverture du sol et Perte de la biodiversité).

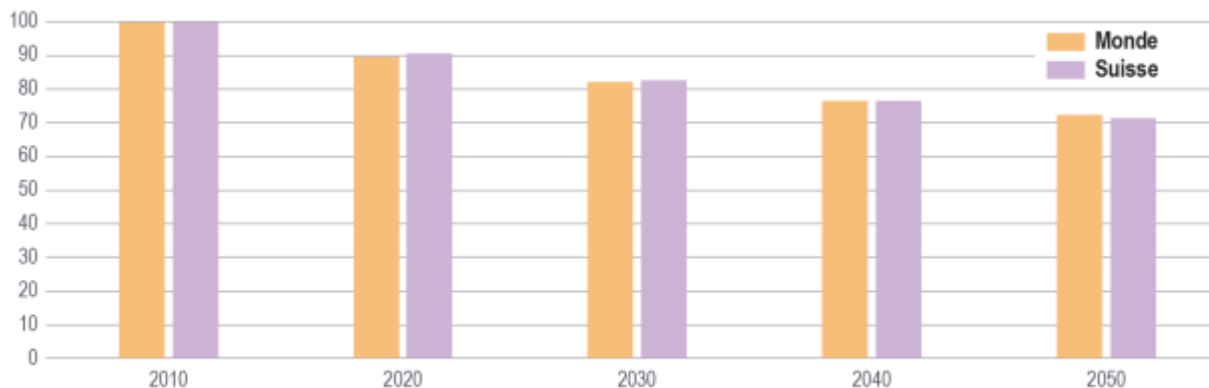


Figure 4. Evolution des limites mondiales et suisses par habitant basée sur des projections de population pour 2010-2050 (indice 100 = 2010).

Pour les limites planétaires basées sur un budget annuel, les limites mondiales et suisses par habitant évoluent de manière similaire et résultent en une diminution de la limite par habitant de l'ordre de 10% en 2020, 18% en 2030 et 29% en 2050. Puisque les limites annuelles sont identiques chaque année, conserver les mêmes performances au niveau suisse et mondial demandera ainsi de réduire régulièrement l'empreinte par habitant. La réduction requise est ainsi, par exemple, de 10% en 2020 par rapport aux valeurs de 2010. En supposant un scénario de statu quo, c'est-à-dire une empreinte constante par habitant, la limite sera atteinte pour toutes les limites planétaires avant 20 ans, en raison de la croissance de la population.

Pour les limites planétaires basées sur des budgets sur plusieurs années, l'évolution de la population future est considérée dans l'indicateur. En supposant un scénario de statu quo c'est-à-dire une empreinte constante par habitant, la limite sera atteinte, dans le cas du Changement climatique, d'ici 4.8 ans au niveau suisse et dans 26 ans au niveau mondial. Pour la Suisse, le choix de suivre la voie de la durabilité nécessiterait une réduction annuelle continue des gaz à effet de serre de 17,5%. Concernant l'Acidification des océans, la limite sera atteinte dans 6 ans au niveau Suisse et dans 20 ans au niveau mondial. Pour la Suisse, une voie durable exigerait une réduction annuelle continue des gaz à effet de serre de 15%.

Utilisation potentielle des limites et des indicateurs d'empreinte

Les trois utilisations potentielles des limites et indicateurs d'empreinte proposés dans ce rapport sont :

- a) La sensibilisation,
- b) L'établissement des priorités parmi les limites planétaires,
- c) L'identification des grands dépassements de valeurs agrégées et l'analyse des tendances de long terme, c'est-à-dire les différences relatives sur des périodes de 5 à 10 ans.

Les indicateurs et les valeurs proposées ne sont, par contre, pas adaptés pour :

L'Anthropisation de la couverture du sol et les Pertes de phosphore sont des priorités de deuxième rang. Ces limites planétaires, pour lesquelles la performance de la Suisse est (potentiellement pour le phosphore) « risquée », mais avec une situation « sûre » au niveau mondial devraient être mieux comprises pour identifier les risques potentiels d'un futur dépassement mondial. Ce rapport montre que les situations mondiales évoluent lentement dans ces deux cas : en l'état des connaissances, le cadre d'analyse des limites planétaires ne peut donc pas fournir de justification pour la réduction des empreintes nationales à court terme. Cependant l'allocation d'une part des limites mondiales aux pays montre que la Suisse se rapproche rapidement de ses limites nationales. Dans le cas où celles-ci devraient être respectées dans tous les pays, la Suisse devrait alors s'engager dans les efforts de réduction.

L'Augmentation des aérosols atmosphériques, l'Utilisation de l'eau douce et la Pollution chimique sont des priorités de rang trois. Ces limites planétaires pour lesquelles une limite ne peut actuellement pas être identifiée devraient être le sujet de recherches supplémentaires.

Une nouvelle façon de penser les évaluations et les politiques environnementales

Ce rapport confirme l'importance, déjà bien connue, d'agir pour gérer le Changement climatique et la Perte de la biodiversité. Ce rapport ajoute l'Acidification des océans et les Pertes d'azote à la liste des sujets-clés.

L'intérêt de l'approche appliquée dans ce rapport - combinant les limites planétaires et les indicateurs d'empreintes en tant que perspective complémentaire aux analyses existantes - est de proposer:

- a) Une évaluation multicritère allant au-delà de la focalisation actuelle sur les changements climatiques.
- b) L'identification de priorités mondiales pouvant être converties à différentes échelles (pays, régions ou villes, ainsi qu'au niveau des entreprises, produits ou technologies).
- c) Des valeurs limites absolues permettant la comparaison des performances.

Finalement, il convient de rappeler que ce rapport se concentre uniquement sur les processus environnementaux mondiaux. Le caractère régional d'autres questions environnementales n'exclut aucunement la nécessité de mesures à une échelle mondiale. Les polluants régionaux peuvent ainsi se propager ou être transportés (en raison du commerce) sur de longues distances au-delà des frontières, nécessitant ainsi potentiellement une approche mondiale. Ainsi, certaines de ces thématiques environnementales régionales sont soumises à des protocoles internationaux tels que la Convention du 13 Novembre 1979 sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance. En outre, les problèmes environnementaux qui ne sont pas mentionnés comme première priorité dans cette analyse peuvent l'être pour d'autres raisons, comme par exemple le fait d'être un élément-clé du système agro-industriel, par ex. le phosphore, ou pour des questions de santé locale, par ex. le mercure.

Cette étude ouvre la voie à la création d'un nouvel état d'esprit fondé sur la reconnaissance des limites de l'environnement mondial, la possibilité de quantifier ces limites ainsi que les empreintes des nations. Un tel état d'esprit a certainement le potentiel de changer la façon dont nous pratiquons les évaluations environnementales et les politiques environnementales tant au niveau mondial que national.

Bibliographie

- Cardinale B. J., Duffy J. E., Gonzalez A., Hooper D. U., Perrings C., Venail P., Narwani A., Mace G. M., Tilman D., Wardle D. A., Kinzig A. P., Daily G. C., Loreau M., Grace J. B., Larigauderie A., Srivastava D. S. & Naeem S. (2012) Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature* **486**: 59–67
- Estes J. A., Terborgh J., Brashares J. S., Power M. E., Berger J., Bond W. J., Carpenter S. R., Essington T. E., Holt R. D., Jackson J. B. C., Marquis R. J., Oksanen L., Oksanen T., Paine R. T., Pickett E. K., Ripple W. J., Sandin S. A., Scheffer M., Schoener T. W., Shurin J. B., et al. (2011) Trophic Downgrading of Planet Earth. *Science* **333**: 301–306
- Friot D. (2009) *Environmental Accounting and globalisation. Which models to tackle new challenges? Applying Economics-Environment-Impacts models to evaluate environmental impacts induced by Europe in China, and EU carbon tariffs* [WWW document]. Paris: Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris URL <https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00527496>
- Handoh I. C. & Lenton T. M. (2003) Periodic mid-Cretaceous oceanic anoxic events linked by oscillations of the phosphorus and oxygen biogeochemical cycles. *Global Biogeochemical Cycles* **17**: 1092
- Hooper D. U., Chapin F. S., Ewel J. J., Hector A., Inchausti P., Lavorel S., Lawton J. H., Lodge D. M., Loreau M., Naeem S., Schmid B., Setälä H., Symstad A. J., Vandermeer J. & Wardle D. A. (2005) Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* **75**: 3–35
- Nykvist B., Persson Å., Moberg F., Persson L., Cornell S. & Rockström J. (2013) *National Environmental Performance on Planetary Boundaries. A study for the Swedish Environmental Protection Agency* [WWW document]. URL <http://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/ISBN/6500/978-91-620-6576-8/>
- Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson Å., Chapin F. S. III, Lambin E., Lenton T. M., Scheffer M., Folke C., Schellnhuber H. J., Nykvist B., Wit C. A. de, Hughes T., Leeuw S. van der, Rodhe H., Sörlin S., Snyder P. K., Costanza R., Svedin U., Falkenmark M., et al. (2009a) Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society* **14**: article 32
- Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson Å., Chapin F. S., Lambin E. F., Lenton T. M., Scheffer M., Folke C., Schellnhuber H. J., Nykvist B., de Wit C. A., Hughes T., van der Leeuw S., Rodhe H., Sörlin S., Snyder P. K., Costanza R., Svedin U., Falkenmark M., et al. (2009b) A safe operating space for humanity. *Nature* **461**: 472–475
- Steffen W., Richardson K., Rockström J., Cornell S. E., Fetzer I., Bennett E. M., Biggs R., Carpenter S. R., de Vries W., de Wit C. A., Folke C., Gerten D., Heinke J., Mace G. M., Persson L. M., Ramanathan V., Reyers B. & Sörlin S. (2015) Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science* **347**: 1259855
- De Vries W., Kros J., Kroeze C. & Seitzinger S. P. (2013) Assessing planetary and regional nitrogen boundaries related to food security and adverse environmental impacts. *Current Opinion in Environmental Sustainability* **5**: 392–402