

Empreintes environnementales de la Suisse

De 1996 à 2015

Résumé de la publication «*Empreintes environnementales de la Suisse*»
www.bafu.admin.ch/uz-1811-d



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV

Empreintes environnementales de la Suisse

De 1996 à 2015

Résumé de la publication «Empreintes environnementales de la Suisse»
www.bafu.admin.ch/uz-1811-d

Impressum

Éditeur

Office fédéral de l'environnement (OFEV)

L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Auteurs

Rolf Frischknecht, Carsten Nathani, Martina Alig, Philippe Stolz, Laura Tschümperlin, Pino Hellmüller

Accompagnement OFEV

Andreas Hauser et Niklas Nierhoff (conduite de projet), Loa Buchli, Ruth Freiermuth-Knuchel, Carla Gross, Glenn Litsios, Regine Röthlisberger, Gaston Theis-Goldener, Samuel Zahner (OFEV), Jérôme Frei (OFAG), Josef Känzig (OFEN), Florian Kohler (OFS, soutien concernant les données), Stephan Pfister (ETHZ)

Référence bibliographique

Frischknecht R., Nathani C., Alig M., Stolz P., Tschümperlin L., Hellmüller P. 2018: Empreintes environnementales de la Suisse. De 1996 à 2015. Résumé. Office fédéral de l'environnement, Berne. État de l'environnement n° 1811: 22 p.

Traduction

Service Linguistique de l'OFEV

Mise en page

Cavelti AG, medien, digital und gedruckt, Gossau

Photo de couverture

Urs Keller, Ex-Press

Téléchargement au format PDF

www.bafu.admin.ch/uz-1811-f

(il n'est pas possible de commander une version imprimée)

Ce résumé est également disponible en allemand et en anglais.
La langue originale est l'allemand.

© OFEV 2018

Table des matières

Abstracts	5
<hr/>	
Avant-propos	7
<hr/>	
Résumé	8
<hr/>	
Bibliographie	22

Abstracts

This study shows the development of Switzerland's consumption-based environmental impact from 1996 to 2015 (environmental footprints). It is based on a combination of emissions, trade, and life cycle assessment data. The latter were regionalised for the biodiversity and water footprint for the first time.

Switzerland's resulting footprints are not in line with the planetary boundaries, and while the share of the environmental impact caused within the country is decreasing, the share of the impact caused abroad is sharply rising. Estimates of possible future developments show considerable potential for improvement, such as in consumer behaviour and supply chains, but also make it clear that greater efforts are necessary in the areas of mobility, nutrition, and housing.

La présente étude montre comment l'impact de la consommation suisse sur l'environnement a évolué de 1996 à 2015 (empreintes environnementales) en s'appuyant sur une combinaison de données relatives aux émissions, au commerce et aux écobilans. Pour la première fois, l'empreinte biodiversité et l'empreinte hydrique reposent sur des écobilans régionalisés.

Il en ressort que les empreintes de la Suisse sont incompatibles avec les limites planétaires. Elles ont baissé à l'intérieur du pays, mais la part à l'étranger a fortement augmenté. Selon une appréciation des évolutions possibles, il existe des potentiels d'amélioration importants, par exemple en ce qui concerne les modes de consommation et les chaînes d'approvisionnement. Des efforts supplémentaires devraient toutefois être fournis, en particulier dans les domaines de la mobilité, de l'alimentation et du logement.

Die vorliegende Studie zeigt die Entwicklung der konsumbedingten Umweltbelastung der Schweiz von 1996 bis 2015 (Umwelt-Fussabdrücke). Grundlage ist eine Kombination aus Emissions-, Handels- und Ökobilanzdaten. Letztere wurden neu für den Biodiversitäts- und den Wasserfussabdruck regionalisiert.

Die resultierenden Fussabdrücke der Schweiz sind mit den Belastbarkeitsgrenzen des Planeten nicht vereinbar, und einer Abnahme der Umweltbelastung im Inland steht ein stark ansteigender Auslandanteil gegenüber. Abschätzungen möglicher Zukunftsentwicklungen zeigen beachtliche Verbesserungspotenziale, z. B. beim Konsumverhalten und in Lieferketten, machen aber auch deutlich, dass verstärkte Anstrengungen in den Bereichen Mobilität, Ernährung und Wohnen nötig sind.

Keywords:

Consumption-based environmental impact, footprint indicators, greenhouse gas footprint, biodiversity footprint, life cycle assessment, environmental efficiency

Mots-clés :

Impact environnemental de la consommation, indicateurs d'empreinte, empreinte gaz à effet de serre, empreinte biodiversité, impact environnemental total, écobilans, efficacité environnementale

Stichwörter:

Konsumbedingte Umweltbelastung, Fussabdruck-Indikatoren, Treibhausgas-Fussabdruck, Biodiversitäts-Fussabdruck, Gesamtumweltbelastung, Ökobilanz, Umwelteffizienz

Il presente studio mostra l'evoluzione dell'impatto ambientale dei consumi della Svizzera tra il 1996 e il 2015 (impronte ambientali). Alla base vi è una combinazione di dati relativi alle emissioni, al commercio e agli ecobilanci. Per l'impronta sulla biodiversità e l'impronta idrica, questi ultimi sono stati regionalizzati.

Le impronte ambientali della Svizzera che ne risultano non sono compatibili con i limiti di resistenza del pianeta. Inoltre, a una diminuzione dell'impatto ambientale all'interno dei confini nazionali si contrappone una quota estera in forte aumento. Le stime dei possibili sviluppi futuri mostrano potenziali di miglioramento considerevoli, per esempio circa i comportamenti di consumo e le catene di fornitura, ma mettono anche in evidenza la necessità di maggiori sforzi nei settori della mobilità, dell'alimentazione e dell'alloggio.

Parole chiave:

impatto ambientale dei consumi, indicatori di impronta ambientale, impronta di gas serra, impronta sulla biodiversità, impatto ambientale complessivo, ecobilancio, efficienza ambientale

Avant-propos

Avec sa politique environnementale, la Suisse a réalisé d'importants progrès dans différents domaines : la qualité de l'air s'est améliorée et nous pouvons de nouveau nous baigner dans nos lacs sans courir de risques sanitaires. Il reste toutefois encore des défis à relever. En effet, de nombreux biens consommés en Suisse proviennent de l'étranger, où leur production génère parfois un impact environnemental élevé.

Les indicateurs d'empreinte environnementale tiennent précisément compte de cet impact «importé». Depuis 2006, l'Office fédéral de l'environnement mandate des experts pour étudier les répercussions de la consommation de la Suisse sur l'environnement, à l'intérieur comme à l'extérieur du pays. La méthodologie et les bases de données utilisées à travers le monde pour déterminer les empreintes environnementales n'ont cessé de s'améliorer au cours de ces dernières années.

Il ressort de plus en plus clairement que les progrès réalisés dans un pays sont partiellement annihilés par l'augmentation de l'impact environnemental à l'étranger. De plus, en raison de son niveau de consommation élevé, la Suisse figure parmi les pays dont les impacts environnementaux par personne sont supérieurs à la moyenne.

Dans un contexte de croissance économique et démographique mondiale, les signaux sont clairs : les dégâts que l'Homme cause au climat et aux écosystèmes, dont notre vie dépend, sont d'ores et déjà considérables. Ce fait est confirmé par des études internationales sur les limites planétaires.

Je rencontre tous les jours des personnes engagées qui cherchent à maintenir leur consommation, leurs pratiques commerciales ou leurs travaux de recherche sans dépasser les limites planétaires. Chacun de nous peut apporter sa contribution, notamment dans les domaines de la mobilité, de l'alimentation et de l'habitat. Des efforts doivent également être déployés tout au long des chaînes d'approvisionnement à l'étranger. L'excellent niveau de la Suisse dans les domaines de la technologie et de la formation et les possibilités de la numérisation offrent des conditions idéales à cette fin.

Les systèmes complexes comme l'infrastructure de transport ou l'approvisionnement en énergie ne peuvent toutefois être modifiés qu'au niveau de la société dans son ensemble. Il s'agit donc d'exploiter les potentiels existants et de créer de nouvelles opportunités grâce à la recherche et à l'innovation. Ces défis ne concernent pas uniquement la politique de l'environnement, mais tous les secteurs politiques ainsi que l'économie et la société dans son ensemble. Les empreintes environnementales dont il est question dans cette étude permettent de suivre les progrès réalisés.

Karine Siegwart
Sous-directrice
Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Résumé

Contexte et objectifs

La pression sur l'environnement ne cesse d'augmenter dans le monde entier. Si, en Suisse, d'importants problèmes environnementaux peuvent souvent être traités efficacement au niveau local, l'utilisation et la détérioration des ressources naturelles au niveau mondial dépassent les limites de ce qui est supportable pour la planète: la déforestation fait disparaître des forêts tropicales, la fertilité des sols diminue, la biodiversité s'appauvrit, les mers sont polluées par l'azote et les émissions de gaz à effet de serre perturbent le climat. Notre comportement de consommation participe à cette surexploitation, car son impact ne se limite pas à notre environnement immédiat; il déploie ses effets de plusieurs manières différentes à travers le monde, via les chaînes d'approvisionnement et les processus situés en aval. Le chocolat, par exemple, est fabriqué avec du cacao cultivé dans les pays tropicaux, tandis que les smartphones contiennent du coltan provenant de mines africaines. Ces impacts environnementaux causés à l'étranger sont particulièrement importants dans une économie comme celle de la Suisse, fortement axée sur les services et largement ouverte aux échanges internationaux.

Pour un modèle économique respectueux des ressources et durable

La Stratégie de développement durable et les travaux de la Confédération sur l'économie verte ont pour but de préserver les ressources naturelles tout en renforçant l'économie suisse. Ils visent à réduire l'impact environnemental de la consommation et de la production en Suisse, en tenant compte des impacts générés à l'étranger.

L'impact environnemental de la Suisse peut être considéré selon deux perspectives complémentaires, qui apportent des réponses à des questions différentes :

- La **perspective de la production** s'intéresse essentiellement à l'impact environnemental des entreprises et des ménages en Suisse. Elle ne tient pas compte de l'impact imputable aux matières premières, produits intermédiaires ainsi que biens et services importés.

- La **perspective de la consommation** (ici aussi appelée perspective de l'empreinte environnementale) prend en compte l'ensemble des produits consommés en Suisse. Elle impute à la Suisse l'impact environnemental provoqué dans le monde par la consommation dans notre pays en tenant compte de toute la chaîne d'approvisionnement des produits consommés. C'est la perspective mise en avant dans le présent rapport.

Ces deux perspectives sont représentées de manière schématique dans la figure A.

Ces deux approches sont nécessaires pour avoir une vision complète de l'impact environnemental de la consommation et de l'économie suisses. En effet, si la perspective de la consommation (empreinte environnementale) inclut les chaînes d'approvisionnement et tient donc compte de la délocalisation de l'impact environnemental à l'étranger, la perspective de la production est essentielle pour mesurer les émissions et l'état de l'environnement dans notre pays. C'est cette dernière qui est utilisée par exemple dans les négociations internationales sur le climat et qui prévaut actuellement dans le suivi environnemental. La perspective de la consommation suscite néanmoins un intérêt croissant au niveau international. Les résultats présentés ici montrent combien il est important d'utiliser les deux perspectives en complément d'une de l'autre.

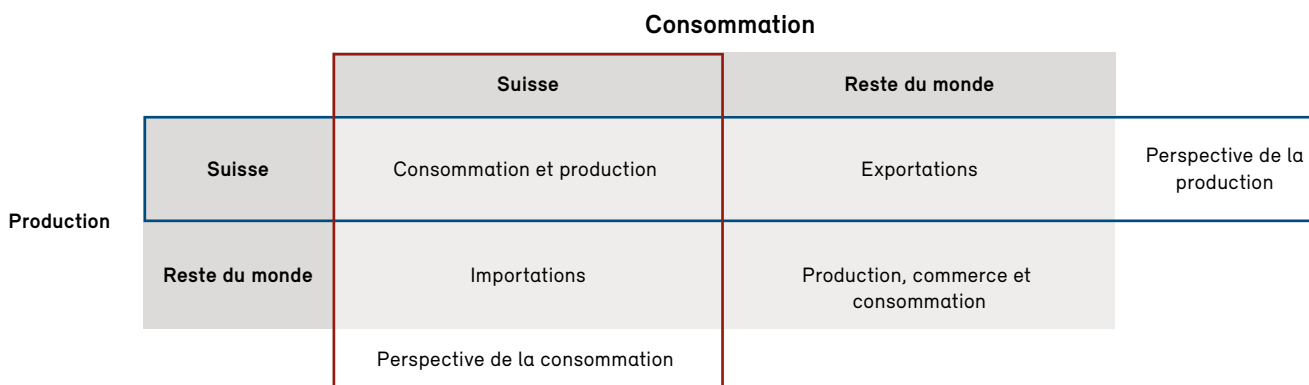
Le présent rapport, qui porte sur la période allant de 1996 à 2015, actualise et développe des calculs antérieurs (Frischknecht et al. 2014; Jungbluth et al. 2011) sur l'évolution de l'impact environnemental dans notre pays et à l'étranger causé par la consommation finale suisse. Il propose ensuite une analyse de cet impact, d'un point de vue général ainsi que sous certains aspects environnementaux particuliers.

Les importations nettes d'argent et d'or non monétaires et de platine sont analysées à part étant donné leur importance particulière. Les métaux précieux non monétaires sont importés surtout à titre de valeur-refuge et de placement, raison pour laquelle les calculs ne les comptabilisent pas dans la consommation suisse. L'extraction d'or

Figure A

Perspective de la production, commerce extérieur et perspective de la consommation

Le schéma montre le lien entre la perspective de la production et la perspective de la consommation. Consommation et commerce se rapportent aux biens et services.



D'après Dao et al. (2015).

provoque une pression importante sur l'environnement : l'impact environnemental de l'or non monétaire importé durant l'une des années considérées a même atteint un niveau comparable à l'impact environnemental total de la consommation suisse en valeur absolue.

Méthodologie et démarche

La méthode TRAIL employée ici¹ utilise des informations sur les impacts environnementaux produits à l'intérieur du pays ainsi que des données sur le commerce, combinées avec des analyses de cycle de vie (écobilan). Les impacts environnementaux produits dans le pays sont répartis entre les ménages et l'économie conformément au principe de causalité.

Calcul de l'impact environnemental dû à la consommation

La figure B représente le mode de calcul sous une forme schématique en prenant l'exemple de l'impact environnemental total exprimé en unités de charge écologique (UCE, voir plus bas) : l'impact environnemental causé sur le territoire national est augmenté par celui qui est lié

aux importations et diminuées par celui qui est dû aux exportations.

Données de base

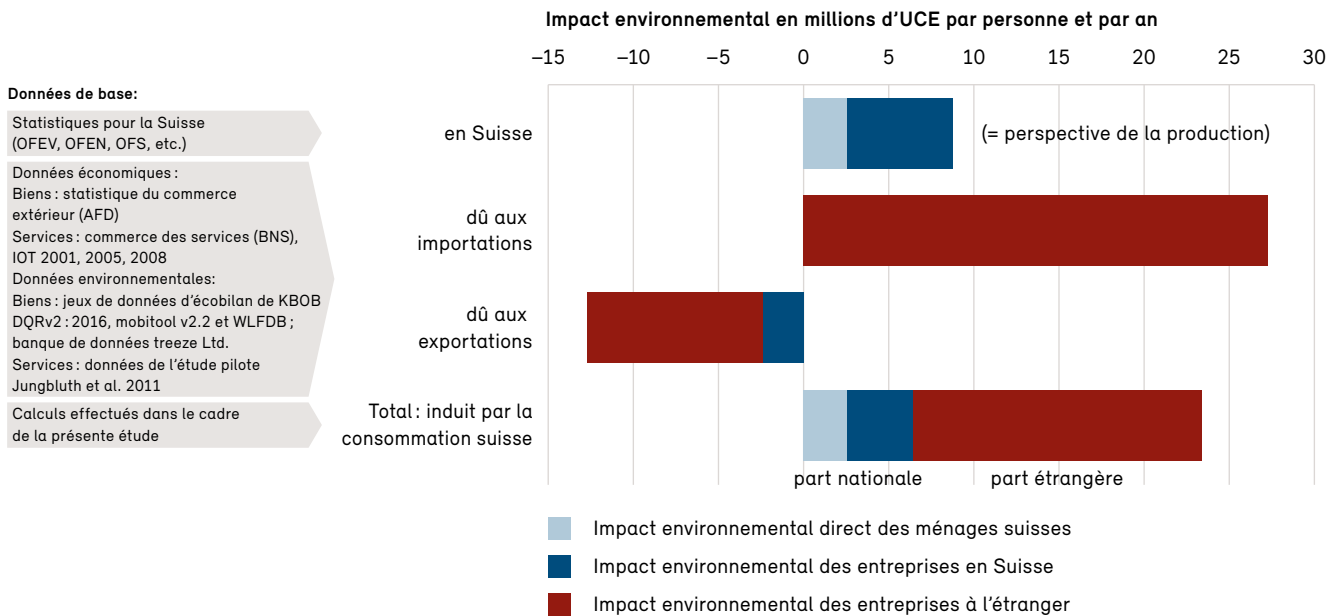
Les émissions produites et les ressources utilisées dans le pays sont quantifiées au moyen des statistiques officielles². Les données sur les importations et les exportations de marchandises (volumes, origines et moyens de transport) proviennent des statistiques du commerce extérieur. On calcule l'impact environnemental des différents groupes de produits en combinant ces statistiques avec des données issues d'écobilans, partiellement régionalisées et réparties dans le temps. Les importations et les exportations de services sont évaluées sur la base de la balance des paiements établie par la Banque nationale Suisse (BNS) et des tableaux d'entrée sortie (TES) dressés par l'Office fédéral de la statistique (OFS). Pour calculer l'impact environnemental du commerce des services, on applique les valeurs d'intensité de la charge environnementale déterminées par Jungbluth et al. (2011). Ce mode de calcul permet de prendre en compte tous les éléments composant l'impact environnemental total de la consommation.

1 La méthode TRAIL (Trade-Information and LCA [Life Cycle Assessment]) utilise des données relatives au commerce (trade) et des données issues d'écobilans (analyses du cycle de vie).

2 Principalement celles des Offices fédéraux de l'environnement (OFEV), de l'énergie (OFEN), de la statistique (OFS) et de l'agriculture (OFAG).

Figure B

Schéma de calcul de l'impact environnemental dû à la consommation et données utilisées



Source: Frischknecht et al. (2014), données actualisées.

Indicateurs utilisés

Indicateurs utilisés pour l'évaluation de l'effet

L'impact environnemental total a été évalué principalement avec la méthode de la saturation écologique (méthode UBP 2013), souvent utilisée pour le calcul des écobilans. Il est exprimé en unités de charge écologique (UCE). Cette méthode regroupe un large éventail d'impacts environnementaux (p. ex. changements climatiques, pertes de biodiversité due à l'utilisation des sols, rejets de polluants dans l'air, les eaux et les sols, ressources en énergie, en eau douce et en minéraux) dans un seul indicateur. Elle se base sur les objectifs suisses ou sur les objectifs internationaux soutenus par la Suisse. Pour déterminer dans quelle mesure les résultats obtenus dépendent de la méthode d'évaluation choisie, des calculs ont également été effectués avec d'autres méthodes d'évaluation, notamment celle de l'« empreinte écologique »³.

3 L'« empreinte écologique », qui suit également la perspective de la consommation, donne un chiffre qui tient compte de l'utilisation directe des sols, de la pêche en milieu sauvage et des surfaces forestières (théoriquement) nécessaires à la compensation des émissions fossiles de CO₂. Il ne s'agit pas d'un indicateur environnemental global. En effet, l'« empreinte écologique » ne tient pas compte de la consommation d'eau douce et d'autres ressources naturelles renouvelables ou non renouvelables, des pertes de biodiversité ou de l'impact environnemental des polluants atmosphériques, des métaux lourds et des substances polluantes difficilement dégradables.

Par ailleurs, l'étude a quantifié les empreintes environnementales liées

- aux émissions de gaz à effet de serre⁴,
- aux pertes de biodiversité dues à l'utilisation des sols,
- à l'azote (eutrophisation des mers),
- à la pollution atmosphérique,
- à l'utilisation d'eau douce,
- à la consommation d'énergie, et
- à la consommation de matériaux.

La présente synthèse montre quelle est l'impact environnemental total de la consommation suisse ainsi que celui induit dans trois domaines importants : émissions de gaz à effet de serre, pertes de biodiversité et utilisation d'eau douce. Les données relatives aux autres indicateurs sont présentées dans les chapitres du rapport in extenso (en allemand) qui leur sont consacrés. Les empreintes calculées sont mises en regard, lorsque les données à disposition le permettent, avec des valeurs découlant des limites planétaires.

4 La présente étude utilise le terme « empreinte gaz à effet de serre » plutôt que « empreinte carbone », car elle prend aussi en considération les gaz à effet de serre autres que le CO₂.

Les résultats présentés comportent une marge d'incertitude de +/- 20 à 25 %. Il ne faut donc pas voir de tendances stables dans des évolutions mineures (quelques pourcents) de l'empreinte environnementale.

Évolution de l'impact environnemental total

Baisse de l'impact environnemental total par personne dû à la consommation

Les fluctuations annuelles de l'empreinte environnementale totale par personne laissent apparaître une tendance à la baisse (cf. fig. C) : elle a diminué de 19 % entre 1996 et 2015, passant de 29 à **23,4 millions d'UCE par personne**. Cela n'est toutefois pas suffisant pour atteindre un niveau compatible avec les objectifs de la politique suisse de l'environnement (voir plus bas).

Cette évolution est due entre autres aux progrès réalisés en Suisse dans les domaines de la protection de l'air, de la couche d'ozone et des eaux. À cela s'ajoutent les effets non quantifiés de l'évolution du volume total et de la composition de la demande de biens et services (valables pour tous les indicateurs). La figure C montre en outre que la part intérieure de l'impact environnemental induit par la consommation ne cesse de baisser. En 2015, la consommation en Suisse a généré environ trois quarts de son impact environnemental à l'étranger.

L'impact environnemental total diminue légèrement en chiffres absolus. Les trois quarts des impacts environnementaux sont générés à l'étranger.

Du fait de la croissance de la population pendant la période considérée (+17 %), l'impact environnemental total a beaucoup moins diminué en valeur absolue que par personne de 1996 à 2015 (-6 % contre -19 %).

Évolution de l'empreinte gaz à effet de serre

14 tonnes d'éq-CO₂ par personne et par an

Les émissions de gaz à effet de serre par personne dues à la consommation ont subi des variations annuelles. En 2015, elles étaient de 14 tonnes par personne (cf. fig. D). Dans l'ensemble, ces émissions sont relativement stables, même si leur partie produite en Suisse

reste soumise à des fluctuations dues aux conditions météorologiques.

La baisse continue de la part de l'empreinte gaz à effet de serre générée en Suisse a été compensée en grande partie par l'augmentation des émissions imputables au commerce extérieur. En 2015, seulement 40 % des gaz à effet de serre induits par la consommation de la Suisse ont été émis dans le pays.

Extrapolée à la population mondiale, l'empreinte gaz à effet de serre reste largement supérieure aux limites planétaires (voir plus bas).

Nette augmentation de l'empreinte gaz à effet de serre en valeur absolue

Si l'évolution des émissions par personne a été relativement stable, elle a fortement progressé en valeur absolue (+12 % environ entre 1996 et 2015) en raison de l'augmentation de 17 % de la population résidante pendant la période considérée.

Évolution de l'empreinte biodiversité

L'empreinte biodiversité, indicateur de la probabilité globale de l'extinction d'espèces

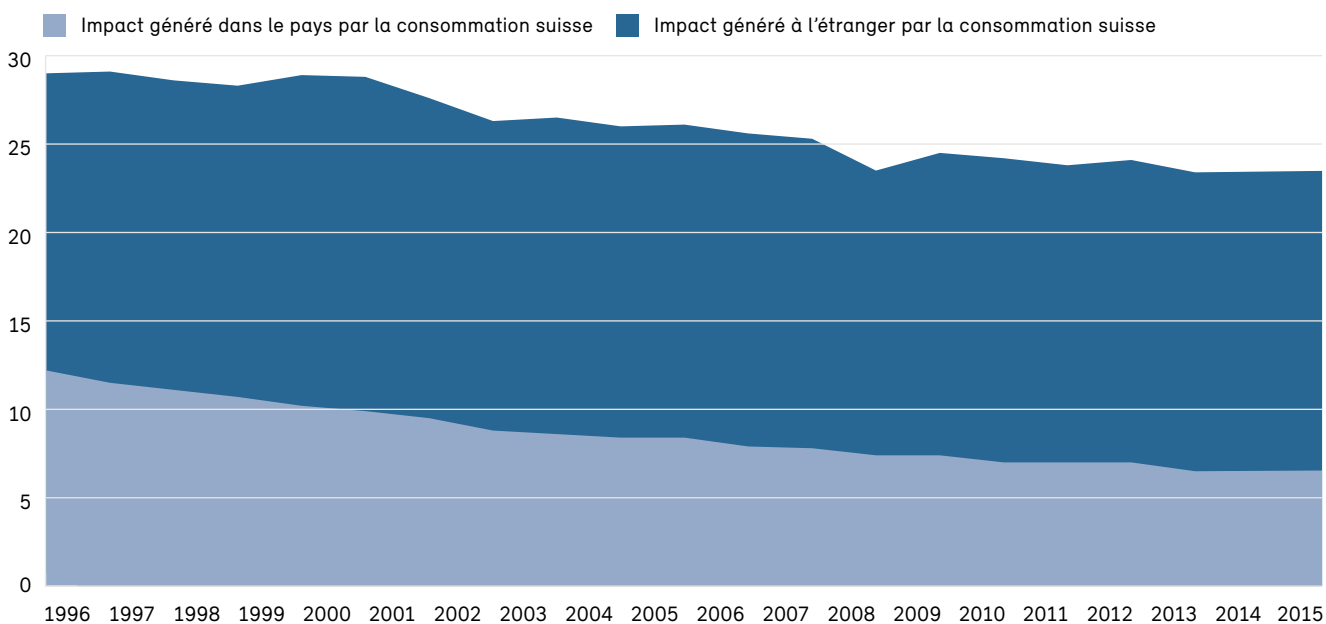
Conformément aux recommandations du programme *Life Cycle Initiative*⁵, l'empreinte biodiversité est calculée comme le potentiel de perte d'espèces imputable à l'utilisation des sols. Cet indicateur quantifie l'impact potentiel à long terme d'un type d'utilisation des sols (p. ex. grandes cultures ou constructions) sur les espèces par rapport à l'état de référence d'une nature intacte. L'indicateur tient compte de la vulnérabilité des espèces pour calculer le recul régional d'espèces largement répandues ainsi que l'extinction d'espèces endémiques, qu'il convertit en « espèces totalement éteintes au niveau mondial ». L'empreinte biodiversité traduit donc les différentes intensités d'impact dans un seul indicateur, par analogie à l'empreinte gaz à effet de serre exprimée en « kg d'éq.-CO₂ ». Les équivalents-espèces potentiellement disparues sont intégrés au fil des ans (a) et quantifiés par

⁵ *Life Cycle Initiative* est une initiative à rayonnement mondial hébergée par le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) : <http://www.lifecycleinitiative.org/applying-lca/lcia-cf/>.

Figure C

Évolution de l'impact environnemental total de la Suisse dû à la consommation, par personne

Évolution de l'impact environnemental total dû à la consommation finale intérieure, en millions d'unités de charge écologique (méthode UBP 2013) par personne, réparti entre impact dans le pays et impact à l'étranger

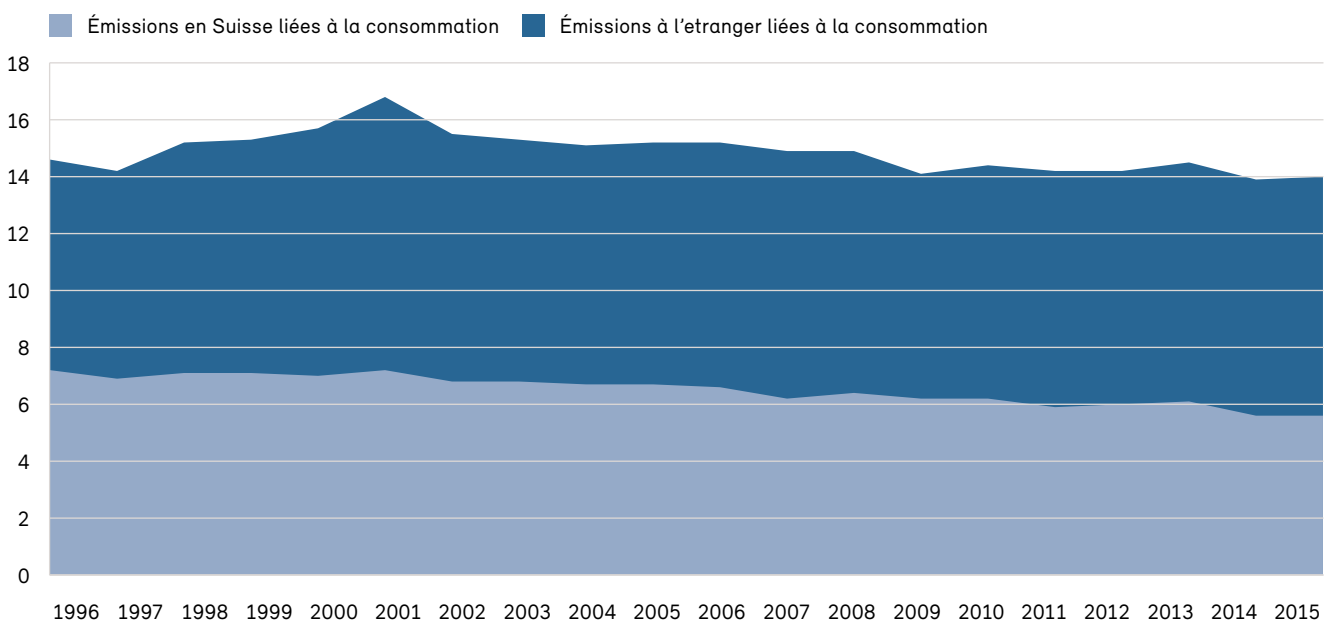


Source : calculs de treeze et Rütter Soceco.

Figure D

Évolution de l'empreinte gaz à effet de serre de la Suisse due à la consommation, par personne

Évolution des émissions de gaz à effet de serre dues à la consommation en t d'éq-CO₂ par personne, réparties entre émissions dans le pays et émissions à l'étranger.

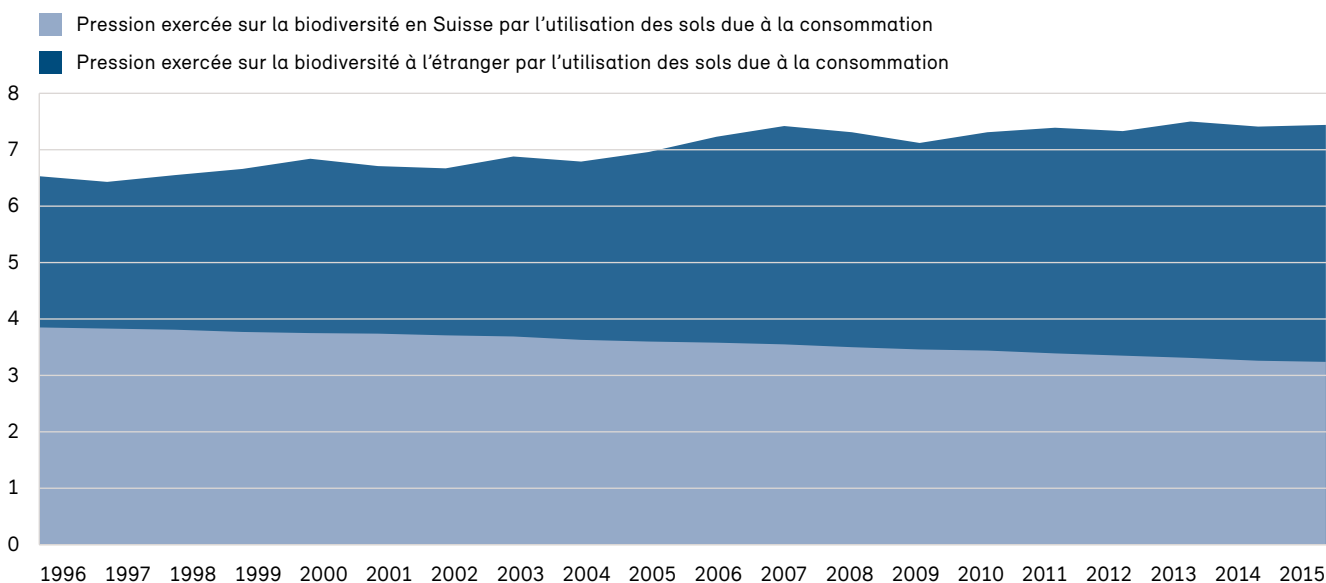


Source : calculs de treeze et Rütter Soceco.

Figure E

Évolution de l’empreinte biodiversité de la Suisse due à la consommation, par personne

Évolution de la pression exercée sur la biodiversité par l’utilisation des sols due à la consommation, en pico-PDF·a par personne, répartie en impact à l’étranger et impact dans le pays. Ne tient pas compte d’autres facteurs, comme les apports de polluants ou les effets du mitage.



Source : calculs de treeze et Rütter Soceco.

billion d’espèces (pico-PDF·a) ou par million d’espèces (micro-PDF·a)⁶. Cet indicateur décrit donc la probabilité qu’une espèce s’éteigne définitivement en raison de l’utilisation des sols. Cette probabilité est mesurée relativement à l’état naturel (état de référence).

Relation entre l’empreinte biodiversité et les listes rouges suisses

L’empreinte biodiversité indique la perte potentielle d’espèces à long terme au niveau mondial. Le point de vue est donc très différent de celui qui préside à l’établissement des listes rouges : celles-ci sont conçues comme un système d’alerte précoce pour détecter les espèces qui sont éteintes, au bord de l’extinction ou vulnérables en Suisse. Par conséquent, les données sur la biodiversité en Suisse qui accompagnent la publication des listes rouges ne sont pas comparables à l’empreinte biodiversité présentée ici. De plus, l’empreinte biodiversité ne couvre que la cause principale de la perte d’espèces, à savoir l’utilisation des sols. Elle ne tient pas compte des

autres facteurs de déclin de la biodiversité, comme les changements climatiques ou les apports d’azote et de pesticides.

L’empreinte biodiversité est fortement alourdie par l’utilisation des sols due à la consommation

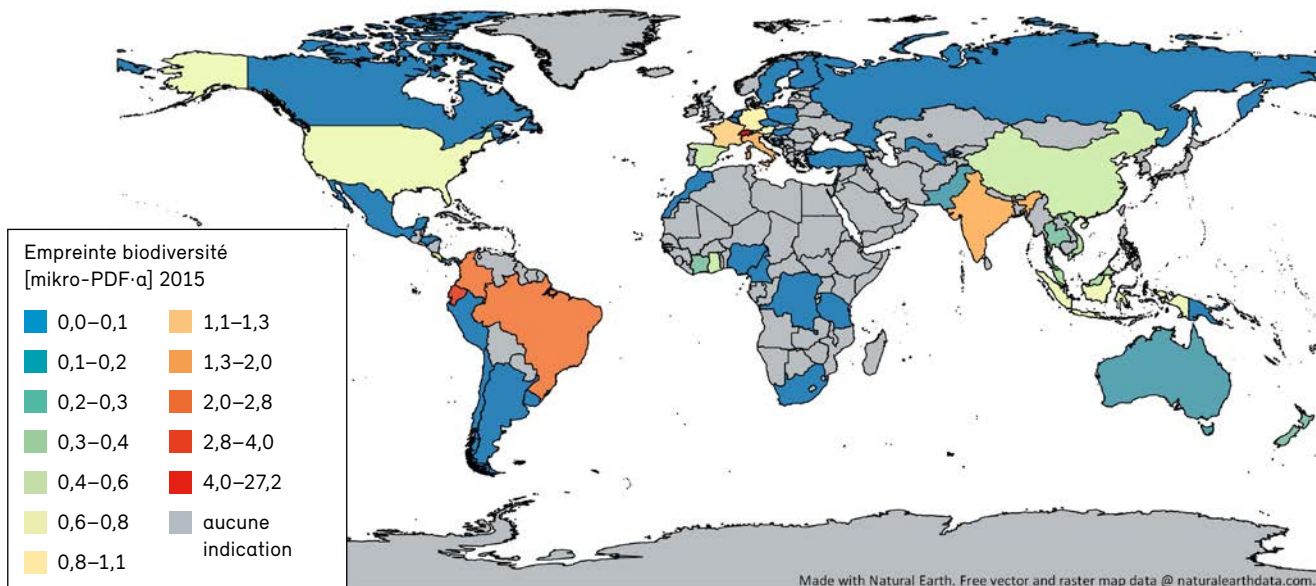
La pression qu’exerce la consommation suisse sur la biodiversité a augmenté d’environ 14% de 1996 à 2015 en valeur par personne, atteignant 7,44 pico-PDF·a à la fin de la période sous revue (cf. fig. E). L’impact sur la biodiversité a crû de manière marquée et continue à l’étranger. La part de cet impact en Suisse a baissé de 49 à 35%. En 2015, les deux tiers environ de l’empreinte biodiversité étaient dus aux importations nettes, dont la majeure partie (70% environ) était constituée de produits végétaux et animaux (essentiellement des aliments pour la consommation humaine ou animale). La comparaison avec le taux d’extinction naturelle montre que l’empreinte biodiversité de la Suisse, extrapolée à la population mondiale, dépasse très largement le niveau compatible avec les limites planétaires (voir plus bas).

6 1 Pico-PDF·a = 10⁻¹² PDF·a (= un billionième); PDF = *potentially disappeared fraction of species* = part des espèces qui disparaissent. La notion d’espèces-an utilisée dans la suite du présent document reflète l’intégration de ce paramètre au fil du temps.

Figure F

Répartition géographique des pertes de biodiversité causées en Suisse et dans le monde en 2015

Pression exercée sur la biodiversité en Suisse et à l'étranger par l'utilisation des sols due à la consommation en micro-PDF-a, répartie par pays. Les chiffres indiqués couvrent 83 % de la pression sur la biodiversité, les 17 % restants correspondant à des utilisations des sols n'ayant pu être localisées.



Source : calculs de treeze.

L’empreinte biodiversité est encore plus lourde en valeur absolue

En raison de la croissance démographique de la Suisse, l’empreinte biodiversité a augmenté encore plus en valeur absolue : elle est passée de 46,1 à 61,6 espèces-an par million d’espèces (micro-PDF-a). Cela signifie que le niveau actuel de consommation de la Suisse entraînera à long terme une perte supplémentaire de 15,5 espèces par million d’espèces dans le monde par rapport au niveau de consommation de 1996.

En 2015, la pression sur la biodiversité due à la consommation de la Suisse a été générée avant tout en Europe (Suisse, Italie, France, Allemagne), en Amérique du Sud (Équateur, Colombie, Brésil, Costa Rica) et en Asie (Inde, Indonésie) (cf. fig. F). L’empreinte biodiversité ne fournit pas d’éléments pour apprécier l’évolution de la biodiversité en Suisse (voir plus haut).

Évolution de l’empreinte hydrique

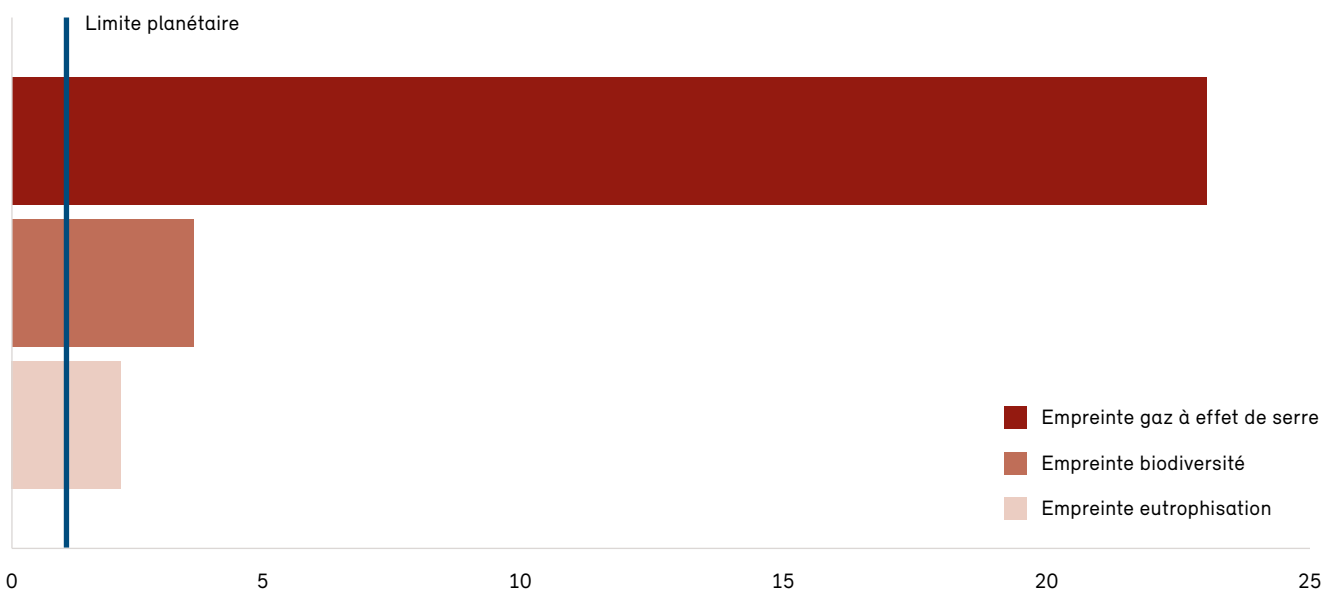
Forte hausse de l’empreinte hydrique due à la consommation

L’empreinte hydrique est quantifiée à l’aide de l’indicateur AWARE (*Available Water Remaining*, eau disponible restante) en tenant compte des problèmes de pénurie de chaque pays. Elle est exprimée en équivalents, comme les empreintes biodiversité et gaz à effet de serre. L’empreinte hydrique de la Suisse (par personne) due à la consommation a augmenté de 40 % entre 1996 et 2015 pour atteindre 4810 m³ d’équivalents-eau, dont plus de la moitié est imputable aux produits agricoles importés des États-Unis, d’Espagne, d’Inde, de Chine, d’Italie et du Pakistan.

Figure G

Empreintes environnementales par rapport aux limites planétaires

Empreintes gaz à effet de serre, biodiversité et eutrophisation de la consommation suisse par personne en 2015, exprimées en multiple des limites planétaires pour chaque indicateur



Compatibilité avec les limites planétaires

Les empreintes environnementales sont 2 à 23 fois supérieures aux limites planétaires

Comme le montrent les résultats des recherches effectuées dans le monde entier (synthétisés par Rockström et al. 2009, Steffen et al. 2015), l’humanité a déjà dépassé les limites planétaires dans plusieurs domaines, comme la biodiversité, la qualité des écosystèmes⁷ et le climat. Elle quitte ainsi un domaine qui offre des conditions considérées comme favorables à la vie humaine (*safe operating space*).

Par ses empreintes, la Suisse alimente elle aussi la pression qui pèse sur les systèmes environnementaux dans le monde. Extrapolées à la population mondiale, les empreintes de la Suisse sont 2 à 23 supérieures aux limites que peut supporter la planète (limites planétaires) selon les domaines (cf. fig. G).

- Les émissions de gaz à effet de serre dues à la consommation se sont élevées à 14 t d’éq.-CO₂ par personne⁸ en 2015. Selon les calculs de Dao et al. (2015), la limite planétaire pour les émissions de gaz à effet de serre se situe à 0,6 t d’éq.-CO₂ par personne et par an pour la période de 2015 à 2100, soit moins de 95% de la valeur de l’empreinte gaz à effet de serre pour 2015. Comme les émissions de gaz à effet de serre resteront très supérieures à ce chiffre au cours des prochaines années, la limite supportable pour la planète s’abaissera. Au final, seule une décarbonisation totale est compatible avec les limites planétaires.
- L’empreinte biodiversité quantifie la perte potentielle globale d’espèces par rapport à une nature intacte. Depuis les premiers défrichements de grande envergure en Europe entre 500 et 800 après J.-C., c’est-à-dire au cours des 1500 ans écoulés, quelque 1500 espèces par million d’espèces se sont éteintes naturellement dans le monde. Si l’on applique la limite planétaire estimée par Steffen et al. (2015) – un taux d’extinction de dix espèces par million d’espèces et par an pen-

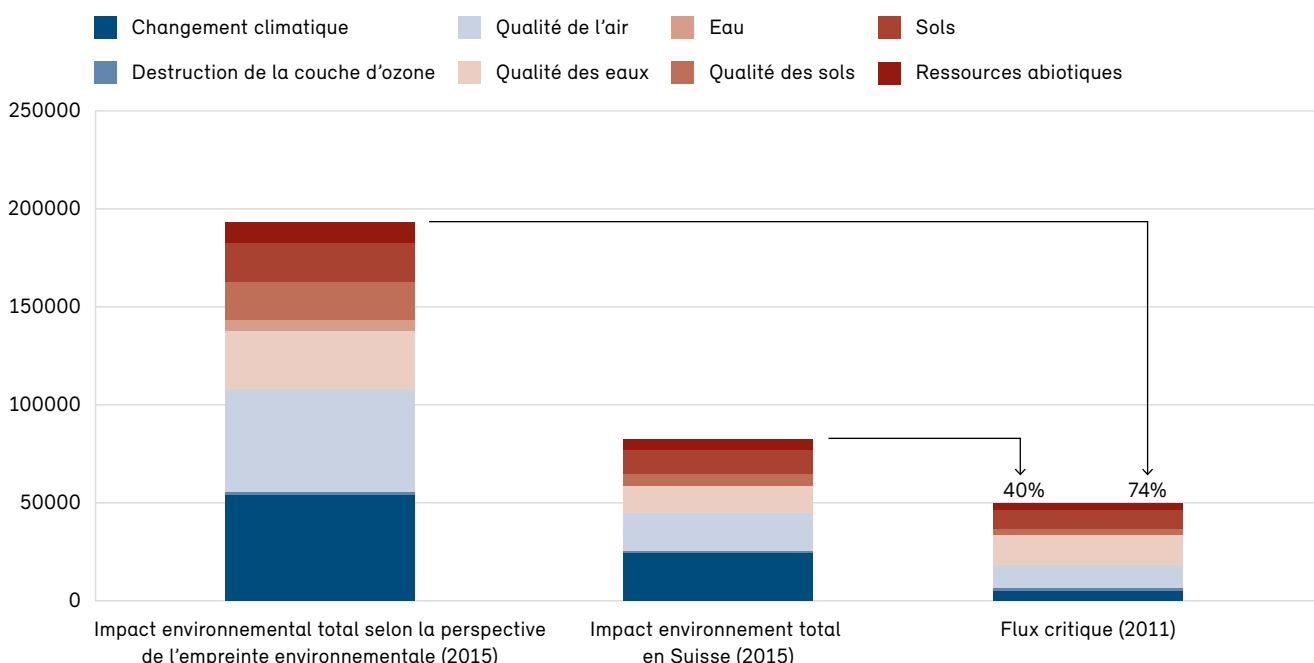
⁷ L’azote et le phosphore, qui sont apportés dans l’environnement en partie par l’agriculture, contribuent fortement à perturber l’équilibre des écosystèmes.

⁸ Ce chiffre porte sur les gaz à effet de serre régis par la Convention des Nations Unies sur le climat et le Protocole de Kyoto.

Figure H

Comparaison entre l'impact environnemental total actuel et les objectifs de la politique suisse de l'environnement⁹

Comparaison entre l'impact environnemental total selon la perspective de l'empreinte environnementale (Suisse et étranger) en 2015, l'impact environnemental total en Suisse (flux effectif) en 2015 et le flux critique (c.-à-d. l'impact visé par les objectifs de la politique suisse de l'environnement) calculé en 2011, en milliards d'unités de charge écologique (méthode UBP 2013)



Source : calculs de treeze.

... dant les derniers 1500 ans –, on peut admettre que la limite actuelle se situe à 15 000 espèces par million d'espèces. Or la consommation de la Suisse en 2015 (1,13‰ de la population mondiale) a causé une perte globale de 61,6 espèces-an par million d'espèces par rapport à l'état de référence d'une nature intacte. Si toute la population mondiale consommait autant que la population suisse, le niveau de consommation actuel entraînerait à long terme l'extinction de 55 000 espèces par million d'espèces, soit 5,5 % des espèces. La limite planétaire est inférieure de 73 % à ce chiffre; par rapport à l'extinction naturelle, l'écart atteint même 97 %.

- L'empreinte eutrophisation (dissémination d'azote dans l'environnement due à la consommation suisse) représentait en 2015 14,8 kg d'équivalents-azote (éq.-N) par personne. Or la limite – quantité d'azote par mètre cube d'eau supportable pour la nature selon Dao et al. (2015) – est de 6,5 kg d'éq.-N par personne. Cette limite se situe à 50 % environ au-dessous de l'empreinte eutrophisation de la Suisse en 2015.

Estimation de la réduction nécessaire de l'impact environnemental total

L'impact environnemental total de la Suisse (exprimé en UCE) dépasse massivement le flux critique¹⁰ qui découle, pour le territoire national, des objectifs fixés dans la politique de l'environnement. Le flux critique est inférieur de 40 % à l'impact environnemental total de la Suisse à l'intérieur de ses frontières (perspective de la production, flux effectif¹¹) et de 74 % à l'impact environnemental total de la consommation de la Suisse sur son territoire et à l'étranger (perspective de la consommation c.-à-d. de l'empreinte environnementale; cf. fig. H). La comparai-

9 Flux critique selon la méthode UBP 2013.

10 Le flux critique quantifie la situation visée par la politique environnementale. Exemple: le Conseil fédéral souhaite réduire les émissions d'oxydes d'azote de 50 % environ par rapport à leur niveau de 2005 de manière à respecter les valeurs limites d'immission pour l'ozone et les limites pour les dépôts de composés acidifiants. Cela correspond à des émissions d'oxydes d'azote de 45 000 tonnes par an.

11 Le flux effectif quantifie l'impact environnemental sur le territoire suisse dans la situation actuelle. Les émissions d'oxydes d'azote, par exemple, se situaient aux alentours de 83 100 tonnes par an en 2015.

son avec la perspective de la consommation suppose une application des objectifs environnementaux de la Suisse à l'étranger (c.-à-d. aux chaînes d'approvisionnement à l'étranger).

L'impact total de la consommation sur l'environnement est plus de trois fois supérieur au niveau supportable à long terme

Lorsque l'on met en regard les estimations présentées ci-dessus et les limites planétaires, il faut admettre que la consommation par personne en Suisse produit actuellement un impact sur l'environnement qui représente plus de trois fois le niveau jugé supportable à long terme d'après les objectifs de la politique environnementale de la Suisse.¹²

Dans sa Stratégie pour le développement durable (Conseil fédéral 2016a) et les mesures en faveur de l'économie verte (OFEV 2016a), la Suisse se réfère aux limites planétaires. L'UE a adopté une vision semblable dans son septième plan d'action général pour l'environnement, qu'elle a intitulé « Bien vivre, dans les limites de notre planète »¹³. La mise en regard des empreintes environnementales de la Suisse, des limites écologiques de la planète et des objectifs de notre pays dans le domaine de l'environnement montre que les mesures mises en œuvre à ce jour sont insuffisantes pour ramener notre impact environnemental à un niveau supportable pour la planète.

Impact environnemental et croissance économique

Il est intéressant de comparer l'évolution de l'impact environnemental, avec la croissance économique. Cela permet notamment de dire si l'efficacité environnementale associée à la consommation, c'est-à-dire le ratio entre la performance et l'impact environnemental de l'économie suisse, a progressé.

La demande finale intérieure a progressé alors que les émissions de gaz à effet de serre et l'impact environnemental total par personne en lien avec la consommation ont diminué

La grandeur économique directement comparable avec l'impact environnemental selon la perspective de la consommation est la demande finale intérieure¹⁴. Il s'agit de la somme des dépenses de consommation des ménages privés, de la demande finale du secteur public et des investissements de l'ensemble de l'économie. La demande finale intérieure a progressé de 13 % entre 1996 et 2015 (cf. fig. I),

- l'empreinte biodiversité de la consommation par personne a augmenté de 14 %,
- les émissions de gaz à effet de serre sont restées à peu près stables, et
- l'impact environnemental total par personne a diminué de 19 % pendant la même période.

Évolution de l'efficacité environnementale associée à la consommation

De 1996 à 2015, dans le domaine de la consommation, l'efficacité environnementale totale, l'efficacité gaz à effet de serre et l'efficacité biodiversité ont évolué comme le montre la fig. J ci-dessous. Ces indicateurs représentent la demande finale intérieure par unité de chacune des empreintes environnementales dues à la consommation. Pendant la période considérée, l'efficacité environnementale totale et celle de l'empreinte gaz à effet de serre induits par la consommation ont fortement progressé alors que celle de l'empreinte biodiversité a stagné.

12 Remarque: « L'empreinte écologique » peut être comparée avec la bio-capacité disponible par personne, p. ex., avec la surface forestière (théoriquement) nécessaire pour compenser les émissions de CO₂. Si, à travers le monde, on consommait partout autant qu'en Suisse, l'utilisation des ressources nécessiterait (également) trois planètes.

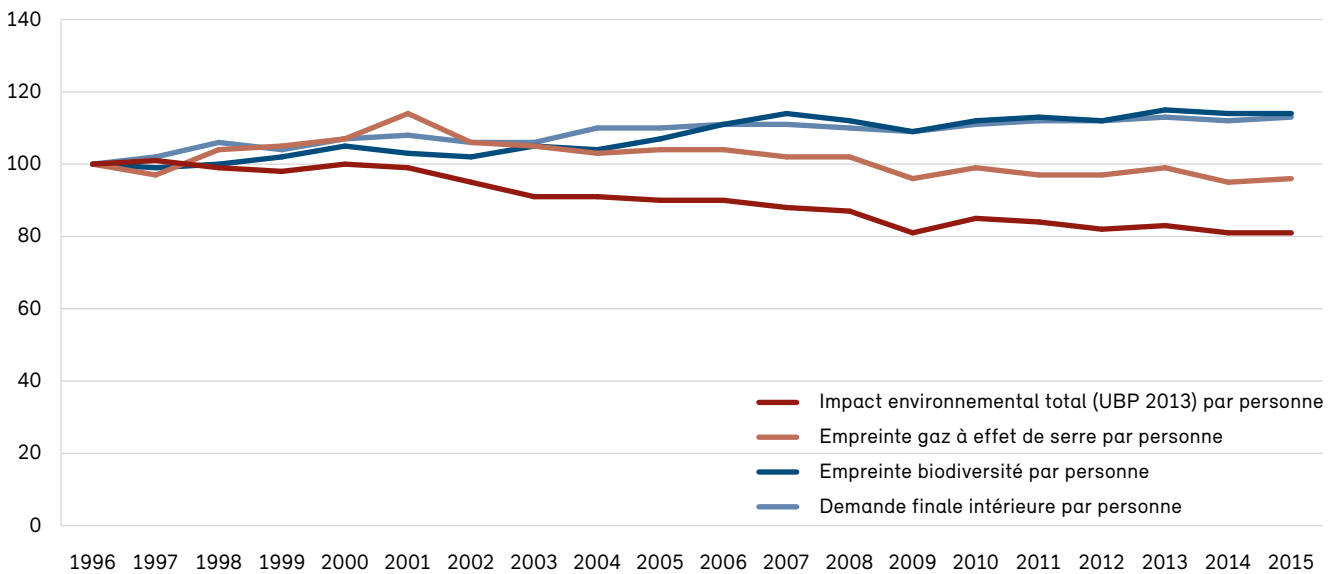
13 <http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/7eap/fr.pdf>, accès le 4.12.2017

14 Les émissions à l'intérieur du pays sont souvent mises en regard avec le produit intérieur brut (PIB).

Figure I

Évolution de l'impact environnemental total, de l'empreinte gaz à effet de serre et de l'empreinte biodiversité par rapport à la performance de l'économie

Évolution de l'impact environnemental total (méthode UBP 2013), des émissions de gaz à effet de serre et des pertes de biodiversité associés à la consommation par personne par rapport à la demande finale intérieure par personne, de 1996 à 2015 (1996 = indice 100)

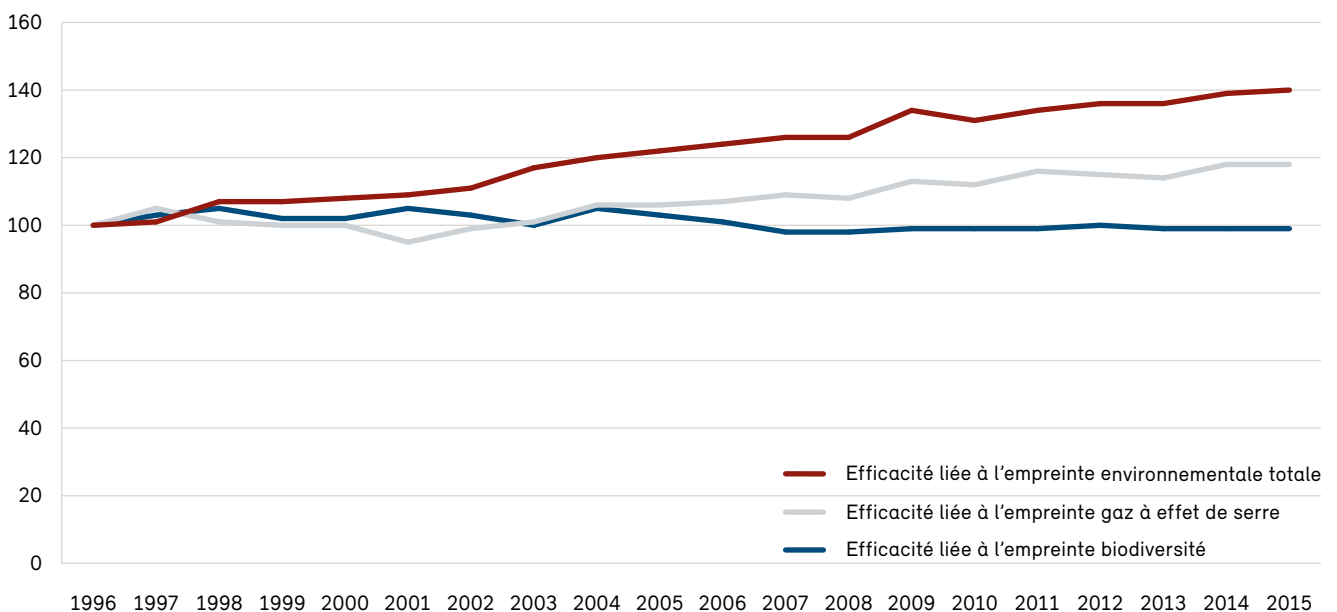


Source : calculs de treeze et Rütter Soceco.

Figure J

Efficacité environnementale totale, de l'empreinte gaz à effet de serre et de l'empreinte biodiversité

Évolution de l'efficacité liée à l'impact environnementale totale (méthode UBP 2013), aux émissions de gaz à effet de serre et aux pertes de biodiversité dans le domaine de la consommation, de 1996 à 2015 (1996 = indice 100).



Source : calculs de treeze et Rütter Soceco.

Répercussions de possibles évolutions à venir

Nous avons analysé, sur la base d'études existantes, l'impact que pourraient avoir certaines des évolutions possibles dans les domaines de l'énergie (E), du logement (L), de la mobilité (M), de l'alimentation (A) et de l'industrie (I) sur différentes empreintes environnementales. Cette analyse n'est pas un pronostic ; elle ne propose pas non plus de scénarios complets. Elle a pour seule ambition d'estimer l'influence de certaines variables importantes sur les empreintes environnementales.

Énergie et logement

E1) Valeurs indicatives de la Stratégie énergétique (basées sur la votation populaire relative à la loi sur l'énergie) : les objectifs fixés (pour le territoire national) jusqu'en 2035 dans la loi sur l'énergie révisée peuvent réduire de 9 % environ l'impact environnemental total par personne et de 12 % environ l'empreinte gaz à effet de serre par personne.

L1) Changements relatifs aux surfaces d'habitation et à la consommation d'énergie pour le chauffage (basés sur les principes directeurs d'une politique intercantonale)¹⁵ : des améliorations dans le parc immobilier (augmentation de l'efficacité énergétique et développement des énergies renouvelables) peuvent, compte tenu de l'augmentation de la surface d'habitation par personne, faire baisser l'impact environnemental total par personne de 4 % et l'empreinte gaz à effet de serre par personne de 9 %.

L2) Changements relatifs à la substance du parc immobilier (basés sur une combinaison de changements attendus et de changements souhaitables) : le volume des matériaux de construction utilisés par personne diminue globalement au cours des prochaines décennies, mais les matériaux gourmands en énergie (béton, métaux, matériaux d'isolation et plastiques) prennent une importance relative plus grande. Par conséquent, l'impact environnemental total, les émissions de gaz à effet de serre et la consommation d'énergie dus à la substance du parc immobilier par personne restent pratiquement inchangés.

L'amélioration des matériaux d'isolation augmente toutefois significativement le potentiel de réduction de L1.

Mobilité

M1) Perspectives d'évolution des transports (basées sur l'évolution attendue) : les améliorations du rendement des carburants attendues selon les Perspectives du transport de la Confédération ainsi que la progression modérée de la proportion de véhicules électriques fait baisser l'impact environnemental de la circulation routière. Mais cette baisse est compensée en grande partie par l'augmentation attendue des prestations de transport si bien que l'impact environnemental total ne diminue que de 1 % et l'empreinte gaz à effet de serre de 2 % (par personne). Pour obtenir une amélioration notable dans le domaine des transports (terrestres), il faudrait donc accélérer la transition vers des modes de propulsion alternatifs, diminuer le poids des véhicules et/ou stabiliser ou réduire les kilomètres parcourus par les véhicules.

M2) Évolution du trafic aérien (basée sur l'évolution attendue) : la forte hausse de la demande de déplacements aériens jusqu'en 2030 à laquelle il faut s'attendre selon le rapport sur la politique aéronautique entraînera une hausse de plus de 5 % de l'empreinte gaz à effet de serre par personne et de 2 % de l'impact environnemental total par personne, dans l'hypothèse où l'efficacité énergétique des avions est inchangée. Cela montre l'importance de l'évolution du volume du trafic aérien pour l'empreinte gaz à effet de serre et la dimension des défis à relever par les compagnies aériennes et les constructeurs aéronautiques.

Alimentation

A1) Changement des habitudes alimentaires (hypothétique, souhaitable du point de vue de l'environnement) : une réduction des volumes de viande consommés pour se rapprocher des quantités recommandées pour la santé¹⁶ fait baisser l'empreinte environnementale individuelle de 4 % (voir p. ex. la fig. H). D'autres aspects importants offrent un potentiel de réduction, comme le gaspillage alimentaire (p. ex. meilleure valorisation des animaux), les modes de production (p. ex. engrais et pesticides) ;

¹⁵ Ce point rejoint le thème couvert par le point E1, mais les éléments qu'il a en commun avec celui-ci ne sont pas calés sur les valeurs indicatives figurant dans la loi sur l'énergie en vigueur.

¹⁶ Cf. recommandations de la Société Suisse de Nutrition (ssn) et de l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV) : <http://www.sge-ssn.ch/fr/toi-et-moi/boire-et-manger/equilibre-alimentaire/pyramide-alimentaire-suisse/>.

agriculture conventionnelle ou biologique) ainsi que les aspects liés à la saison, mais il n'a pas été possible d'en faire une estimation dans le cadre de la présente étude.

Industrie, y compris ses chaînes d'approvisionnement

1) Gains d'efficacité dans les chaînes d'approvisionnement (hypothétiques, souhaitables du point de vue de l'environnement): l'optimisation des chaînes d'approvisionnement à l'étranger pourrait avoir un effet de levier important sur l'impact de la fabrication des produits consommés en Suisse. En moyenne, chaque pourcent de réduction de l'impact environnemental des chaînes d'approvisionnement à l'étranger fait baisser l'empreinte environnementale totale de la Suisse de 0,73 %. Ces améliorations peuvent être obtenues en diminuant les volumes de matériaux et d'énergie nécessaires pour fabriquer les produits consommés en Suisse (ou en augmentant leur efficacité), en équipant les sites de production étrangers de dispositifs de rétention (filtres) pour accroître leur efficacité écologique ou en sélectionnant des fournisseurs ayant moins d'impact sur l'environnement.

Les estimations montrent que les empreintes environnementales de la Suisse ne pourront être ramenées à un niveau compatible avec les limites planétaires que si l'on agit en même temps dans tous les domaines importants de la consommation (alimentation, logement, mobilité, etc.) et à différents niveaux (chaînes d'approvisionnement, technologies, modes de production et de consommation).

Conclusions

L'impact environnemental diminue en Suisse et augmente à l'étranger

Les calculs présentés montrent clairement que les efforts fournis pour protéger l'environnement ont un effet à l'intérieur de nos frontières, où l'impact environnemental total a nettement baissé au cours des vingt dernières années, par habitant comme en valeur absolue, bien que la population ait augmenté. Mais ces succès, en particulier en ce qui concerne la propreté de l'air et la réduction des substances nocives pour la couche d'ozone, sont en partie neutralisés par notre impact environnemental croissant à l'étranger.

Fluctuations annuelles

L'impact environnemental total selon la perspective de la consommation subit des fluctuations plus importantes que l'impact environnemental intérieur (selon la perspective de la production). Par conséquent, les différences d'une année à l'autre ne sont pas un reflet fiable de l'évolution de l'impact environnemental dû à la consommation. Pour pouvoir apprécier cette évolution, il faut donc prendre en considération les variations observées sur des périodes décennales, et non sur des périodes annuelles.

Nécessité d'agir

On peut légitimement dire que la consommation de ressources naturelles, pour rester dans un domaine qui offre des conditions considérées comme favorables à la vie humaine (*safe operating space*), c'est-à-dire à l'intérieur des limites planétaires, devrait être réduite de deux tiers par rapport à l'impact environnemental total actuel lié à la consommation. La consommation de ressources naturelles doit même être beaucoup plus basse si l'on veut agir sur la question cruciale de la protection du climat. La poursuite des tendances actuelles produira des empreintes environnementales incompatibles avec les limites planétaires. Des améliorations ponctuelles ne suffiront pas à les réduire dans les proportions requises; il faut une approche qui englobe à la fois l'alimentation, le logement et la mobilité, ainsi que les comportements de consommation et l'efficacité environnementale des modes de production. Le fait que la part de l'empreinte de la Suisse générée à l'étranger est élevée et en augmentation nous impose de tenir compte des principales sources d'impact environnemental dans l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement.

Les milieux économiques, la société civile et les pouvoirs publics ont déjà mis en place un large éventail de mesures judicieuses. On peut prendre pour exemple les normes librement consenties, avec des degrés de rigueur et de crédibilité différents, adoptées dans le secteur des matières premières (cacao, soja, huile de palme, biomatériaux, bois, poissons, tourbe) ou dans celui de la construction (Standard Construction durable Suisse [SNBS], Minergie-ECO, SuRe pour les infrastructures). Il incombe collectivement aux différents acteurs de renforcer leur engagement afin :

- de favoriser le développement de technologies de niche innovantes et évolutives et de les aider à percer sur les marchés;
- de pourvoir à ce que les normes librement consenties applicables aux produits particulièrement importants pour l'environnement remplissent des exigences de haut niveau;
- de développer à grande échelle les approches axées sur l'efficacité des ressources;
- de faire en sorte que les décisions d'investissement dans les infrastructures privées et publiques (p. ex. parc immobilier, infrastructures de communication) soient axées sur des activités sobres en ressources, décarbonées et appliquant les principes de l'économie circulaire.

Cadrer les objectifs et mesurer les progrès

Il est donc nécessaire de cadrer clairement les objectifs et de mesurer systématiquement les progrès accomplis. Les indicateurs d'empreinte environnementale dont il est question dans le présent rapport complètent le système de suivi actuel qui porte sur l'intérieur des frontières en lui ajoutant une dimension déterminante. Ils doivent donc davantage être pris comme référence pour les décisions politiques et entrepreneuriales qui posent des jalons (cf. Potting et al. 2017, entre autres). Les objectifs de développement durable adoptés par les Nations Unies dans le cadre de l'Agenda 2030 (Organisation des Nations Unies 2015) constituent un cadre important et tout à fait utile. Il faut les concrétiser tout au long de la chaîne d'approvisionnement afin que la Suisse puisse développer un modèle économique durable et respectueux des ressources.

La présente étude apporte des éléments de fond pour compléter les indicateurs environnementaux classiques afin qu'ils tiennent compte de la part croissante de l'impact environnemental généré à l'étranger (perspective de l'empreinte environnementale). Des indicateurs d'empreinte sont déjà utilisés dans différents domaines. En Suisse, c'est le cas dans les rapports sur l'économie verte et le système MONET de monitoring du développement durable, par exemple. Au niveau international, on peut citer les rapports de l'Agence européenne de l'environnement (EEA) et, en partie, les indicateurs de croissance verte de l'OCDE. Nous recommandons de

recourir plus systématiquement à ces indicateurs pour mesurer les progrès réalisés dans la mise en œuvre de l'Agenda 2030 (objectifs de développement durable), mais aussi pour servir de référence aux décisions à prendre dans le domaine politique comme dans le monde de l'entreprise.

Recherches complémentaires à mener

La méthodologie utilisée, qui combine les statistiques nationales de l'environnement et du commerce extérieur avec des données issues d'écobilans (« méthode TRAIL »), a démontré son efficacité. Pour la première fois, l'impact environnemental dû à la consommation d'un pays a été évalué conformément aux recommandations relatives aux indicateurs environnementaux régionalisés formulées par l'initiative *Life Cycle Initiative*, qui est hébergée par le PNUE. Les avancées réalisées en ce qui concerne les indicateurs environnementaux et les inventaires du cycle de vie régionalisés dans les domaines de l'utilisation des sols et des eaux permettent de donner une image globale et différenciée de l'impact de la consommation sur le stress hydrique et la biodiversité.

Il est nécessaire de mener des recherches complémentaires sur les cycles de vie de produits industriels et de biens de consommation fabriqués hors de l'espace européen afin de pouvoir disposer de données différenciées dans le temps et dans l'espace qui décrivent l'évolution à l'étranger des impacts environnementaux de la production de marchandises ou la variation dans le temps de la charge environnementale due aux services. Même si la modélisation d'empreintes environnementales est toujours liée à des hypothèses et à des simplifications, la fiabilité des indicateurs a pu être améliorée en travaillant sur les méthodologies.

Bibliographie

OFEV (2016) : Économie verte. Mesures de la Confédération pour préserver les ressources et assurer l'avenir de la Suisse. Rapport à l'attention du Conseil fédéral. Office fédéral de l'environnement (OFEV), Berne.

Dao H., Friot D., Peduzzi P., Chatenoux B., De Bono A. et Schwarzer S. (2015) Environmental limits and Swiss footprints based on Planetary Boundaries. UNEP/GRID-Geneva & University of Geneva, commissioned by the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN), Geneva, Switzerland.

Frischknecht R., Nathani C., Büsser Knöpfel S., Itten R., Wyss F. and Hellmüller P. (2014) Évolution de l'impact environnemental de la Suisse dans le monde. Impact environnemental de la consommation et de la production de 1996 à 2011. treeze Ltd / Rütter Soceco AG, étude mandatée par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), Uster / Rüschtikon.

Jungbluth N., Nathani C., Stucki M. and Leuenberger M. (2011) Environmental impacts of Swiss consumption and production: a combination of input-output analysis with life cycle assessment. Environmental studies no. 1111. ESU-services Ltd. & Rütter + Partner, commissioned by the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN), Bern, CH, retrieved from: www.esu-services.ch/projects/ia/.

Potting J., Nierhoff N., Montevecchi F., Antikainen R., Colgan S., Hauser A., Günther J., Wuttke J., Jørgensen Kjær B. and Hanemaaijer A. (2017) Input to the European Commission from European EPAs about monitoring progress of the transition towards a circular economy in the European Union. European Network of the Heads of Environment Protection Agencies (EPA Network) – Interest group on Green and Circular Economy, Austria, Cyprus, Denmark, Ireland, Finland, Belgium, Germany, Latvia, the Netherlands, Portugal, Slovakia, Switzerland.

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., Wit C. A. d., Hughes T., Leeuw S. v. d., Rodhe H., Sörlin S., Snyder P. K., Costanza

R., Svedin U., Falkenmark M., Karlberg L., Corell R. W., Fabry V. J., Hansen J., Walker B., Liverman D., Richardson K., Crutzen P. and Foley J. A. (2009) A safe operating space for humanity. *In: Nature*, **462** (24. September 2009), pp. 472–475.

Conseil fédéral (2016a) : Stratégie pour le développement durable 2016–2019. Office fédéral du développement territorial (ARE), Berne.

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. and Sörlin S. (2015) Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *In: Science*, **347** (6223), pp. 736–747.

Organisation des Nations Unies (2015) Résolution adoptée par l'Assemblée générale le 25 septembre 2015: «Transformer notre monde: le Programme de développement durable à l'horizon 2030». Assemblée générale des Nations Unies, New York, USA.