



LE DONUT DE L'UNIL

Un outil de navigation
pour la transition écologique et sociale

Nos remerciements aux membres du Groupe d'accompagnement scientifique de la stratégie de transition de l'UNIL pour leurs apports méthodologiques dans la déclinaison du donut à l'UNIL. Un grand merci à Dario Spini et à l'équipe du Centre de recherche sur les parcours de vie et les inégalités (LIVES) de l'UNIL pour leurs contributions à la définition du plancher social propre à l'université. Merci aux différents services de l'UNIL pour la mise à disposition des données et pour leur participation aux réflexions méthodologiques. Nos remerciements spécifiques à Nathalie Chèvre, Jérôme Pellet, Stéphanie Grand, Antoine Vialle, Julia Steinberger, Sandro Makowski Giannoni et Dimitrios Lampropoulos pour leur temps et leur précieuse expertise.

Rédaction

Camille Gilloots (UNIL, CCD) et Cecilia Matasci (UNIL, CCD)

Contributions

Augustin Fragnière (UNIL, CCD), Delphine Douçot (UNIL, Direction), Johann Recordon (UNIL, CCD) et Samuel Dupoirier (UNIL, SSP)

Direction éditoriale

Benoît Frund (UNIL, Direction), Julien Meillard (UNIL, Direction) et Nelly Niwa (UNIL, CCD)

Relecture

Virginie Lieberherr (UNIL, Direction) et Marco Di Biase

Mise en page et graphisme

Niccolò Panozzo (UNIL, CCD) et Plates-Bandes communication

Couverture

Alisa Singer (Environmental Graphiti)

Suggestion de citation

Gilloots, C., Matasci, C., Dupoirier, S., Recordon, J., & Meillard, J. (2023). Le Donut de l'UNIL: un outil de navigation pour la transition écologique et sociale. Université de Lausanne, Suisse.

Contact

Pour toute question ou remarque, n'hésitez pas à nous contacter à : transition@unil.ch

Préambule	5
Résumé exécutif	10
1. De la théorie à l'outil de diagnostic	19
1.1. Le cadre conceptuel du Donut	20
1.2. Déclinaison du Donut UNIL	21
Méthodologie	21
Thématiques du Donut UNIL	22
Choix des indicateurs	25
1.3. Le Donut UNIL: un outil de diagnostic	31
2. Diagnostic général	37
2.1. Choix des valeurs cibles	43
2.2. État actuel des indicateurs	43
2.3. Le Donut UNIL en 2019	45
3. Analyse des résultats	49
3.1. Analyse des impacts de l'UNIL sur les limites planétaires	50
Impacts sur le changement climatique	50
Impacts sur la biodiversité globale	51
Impacts sur le cycle de l'azote	54
Impacts sur le cycle de l'eau	54
3.2. Analyse des résultats par secteur d'activité	55
Alimentation	55
Bâtiments et espaces verts	56
Mobilité	57
Biens de consommation et déchets	59
4. Pour en savoir plus :	
méthode, calculs, résultats et limites pour chaque indicateur	63
4.1. Changement climatique	64
4.2. Érosion de la biodiversité globale	68
4.3. Perturbations du cycle de l'azote	72
4.4. Perturbations du cycle de l'eau	74
4.5. Qualité de l'air local	77
4.6. Qualité du réseau hydrographique local	82
4.7. Qualité des sols locaux	85
4.8. Biodiversité locale	89
4.9. Cohésion sociale	91
4.10. Inclusion sociale et égalité	92
4.11. Pouvoir d'agir	92
4.12. Sécurité socio-économique	93
4.13. Santé mentale et physique	94
4.14. Esclavage moderne importé	94

5. Tableaux de résultats des impacts de l'UNIL sur les limites planétaires	97
6. Annexes méthodologiques	105
6.1. Périmètre d'analyse du Donut UNIL	106
Périmètre spatial	106
Périmètre sectoriel	108
Périmètre de la communauté UNIL	109
6.2. Vers la consolidation et l'évaluation du plancher social de l'UNIL :	
Enjeux méthodologiques	110
Discussion autour du cadre théorique mobilisé	112
Construction du set d'indicateurs sociaux	112
Fixer une valeur cible : enjeux méthodologiques	113
Évaluer l'état du plancher social à l'UNIL : enjeux, perspectives	113
6.3. Enjeux méthodologiques autour de la déclinaison des limites planétaires à l'UNIL et résultats détaillés	114
Algorithme de calcul des budgets écologiques attribués à l'UNIL	114
Hypothèses démographiques	115
Budgets écologiques attribués à l'UNIL	115
6.4. Méthode d'analyse de flux de matière (MFA) de l'UNIL	116
Récolte des données primaires	117
Concordance entre données primaires et variables intermédiaires	120
Conversion des variables de sortie	126
Base de données environnementales	128
6.5. Vers l'analyse des impacts sociaux globaux des activités de l'UNIL : méthode et limites	129
7. Abréviations	133
8. Glossaire	137
9. Bibliographie	141
10. Liste des figures et tableaux	153

Préambule

L'Université de Lausanne (UNIL) est engagée de longue date¹ sur les enjeux de la durabilité.

Pour la période 2022-2026, la Direction s'est fixé l'objectif général de *ramener les impacts des activités de l'UNIL dans les limites écologiques de la planète tout en répondant à sa mission sociale*. Il ne s'agit plus de multiplier les initiatives en faveur de la durabilité, mais de renverser la perspective en partant du concept éprouvé des limites planétaires et en le déclinant à l'échelle de l'UNIL. Ce changement de paradigme implique, d'une part, de quantifier les impacts environnementaux actuels de l'UNIL et, d'autre part, de définir des réductions d'impacts permettant à l'institution de respecter les limites planétaires. Ainsi, si nous voulons faire notre part pour contribuer au respect de l'Accord de Paris sur le climat (2015), il est par exemple nécessaire que nous réduisions de 95% nos émissions de CO₂ d'ici 2050.

Immédiatement surgit la question de savoir si les efforts des dernières années sont suffisants ou si nous devons en faire plus.

C'est précisément à cette question que le présent rapport *Le Donut UNIL – un outil de navigation pour la transition écologique et sociale* entend répondre.

Dans sa démarche, l'UNIL a fait le choix de s'appuyer sur le cadre théorique du Donut de l'économiste Kate Raworth² qui, en alliant le concept des limites planétaires³ avec celui des besoins humains fondamentaux, dessine un espace sûr et juste pour l'humanité. Décliner puis quantifier ce Donut à l'échelle de l'institution permet à l'UNIL de disposer d'un instrument de navigation objectif pour établir le chemin à parcourir en vue de respecter les limites planétaires.

Le constat est sans appel: l'UNIL – comme l'ensemble de la société dans laquelle elle évolue – est encore très loin de rentrer dans les limites planétaires. L'ampleur des réductions nécessaires est colossale. Les résultats exposés dans les pages qui suivent en donnent la mesure.

Que l'UNIL doive réduire son empreinte environnementale n'est pas une découverte, tout observateur s'en doute. Ce qui est nouveau est que l'UNIL dispose dorénavant d'un outil quantitatif qui mesure la « hauteur de la marche », c'est-à-dire l'écart entre la situation actuelle et les cibles que les connaissances scientifiques les plus récentes permettent de fixer pour l'horizon 2050, soit l'année d'échéance fixée par les grandes conventions internationales, telles l'Accord de Paris.

Ainsi, malgré les nombreuses réalisations des dernières années, l'UNIL est encore très loin de respecter les limites planétaires. Exposer cet état de fait et le regarder en face est le rôle d'une université; il s'agit d'un préalable incontournable pour permettre une compréhension commune des enjeux. C'est pourquoi le présent rapport a vocation à être diffusé, discuté, critiqué peut-être, mais en aucun cas ignoré.

Le défi de ramener l'UNIL, et plus largement l'ensemble de la société, dans les limites planétaires est gigantesque. Ceci d'autant plus qu'il faudra garantir une articulation vertueuse avec les enjeux de justice sociale. Une lecture sérieuse et consciente du présent rapport débouche inévitablement sur un vaste horizon d'incertitude. Par où commencer? Est-ce qu'il sera encore possible de faire ceci ou cela? Allons-nous y arriver? Est-ce que l'objectif est simplement à notre portée?

Si le constat est vertigineux, nous nous devons d'être ambitieux.

L'UNIL entend relever le défi en s'appuyant sur la démarche scientifique, la pensée critique, le travail collaboratif et interdisciplinaire qui font sa force. Il s'agira d'oser expérimenter, d'accepter de se tromper, de savoir corriger et adapter, de ne pas craindre de recommencer pour dessiner ensemble une trajectoire qui permettra à l'institution de respecter les limites planétaires.

Ce travail a déjà débuté. Les principaux résultats exposés dans le présent rapport ont nourri les réflexions de l'Assemblée de la transition, un dispositif expérimental qui a réuni, pendant l'année académique 2022-2023, 60 membres de la communauté universitaire tirés au sort, avec le mandat de proposer à la Direction des pistes pour respecter les limites planétaires. Deux enseignements peuvent déjà être tirés de cette expérience qui s'est achevée à la mi-septembre 2023⁴:

- Confronté au constat des impacts environnementaux de l'UNIL et rendu conscient du défi de les ramener dans les limites planétaires, un échantillon aléatoire de membres de la communauté universitaire est capable de converger vers un niveau d'ambition élevé;
- Même si elles étaient toutes réalisées les nombreuses propositions d'actions formulées par l'Assemblée ne permettraient pas à l'UNIL de respecter les limites planétaires.

La Direction de l'UNIL a d'ores et déjà pris connaissance du présent état des lieux des impacts environnementaux de l'UNIL, d'une part, et des propositions formulées par l'Assemblée de la transition d'autre part. Ces deux éléments constitueront une base dans l'élaboration de la Stratégie de transition écologique et sociale de l'UNIL, qui sera rendue publique au printemps 2024.

Il s'agira à partir de cette date de mettre en œuvre cette stratégie. Il est possible qu'elle ne soit pas suffisante sur certains points, qu'elle fasse fausse route sur d'autres et qu'elle amène l'UNIL à des succès sur d'autres encore. Il s'agira de monitorer les progrès, de questionner les options prises, de confirmer certains choix et d'en corriger d'autres, jusqu'à parvenir à un fonctionnement respectant les limites planétaires. En documentant rigoureusement chaque étape de ce processus, l'UNIL espère contribuer à construire un savoir-faire pratique sur la transition écologique et sociale au sein d'une communauté universitaire, avec l'espoir de contribuer à une transition plus globale, à l'échelle locale, régionale et nationale, voire au-delà.

Pour la Direction de l'UNIL

Benoît Frund

Vice-recteur Transition écologique & campus

Foreword

The University of Lausanne (UNIL) has been committed to sustainability issues⁵ for a long time.

For the period 2022-2026, the Rectorate has set the overall goal to reduce the impact of UNIL's activities to within the planet's ecological limits, while at the same time meeting its social mission. It is no longer a question of multiplying sustainability initiatives, but of transforming the approach by adopting the well-established planetary boundaries concept and applying it to UNIL. This paradigm shift involves, on the one hand, quantifying UNIL's current environmental impacts and, on the other hand, defining impact mitigation measures that will enable the institution to respect the planetary boundaries. For instance, if we want to contribute our fair share to the Paris Agreement on Climate Change (2015), we need to reduce our CO₂ emissions by 95% by 2050.

The question arises as to whether the efforts of recent years are sufficient, or if we need to do more.

This is precisely the question that the present report "The UNIL Donut: A Navigation Tool for Ecological and Social Transition" aims to answer.

As part of this process, UNIL chose to draw on Kate Raworth's Donut Economics theoretical framework, that combines the concept of planetary boundaries with that of basic human needs to define a safe and just space for humanity. Translating and then quantifying this Donut at an institutional level provides UNIL with an objective tool to determine the path we need to take to respect the planetary boundaries.

The facts are clear: UNIL – like the rest of the society in which it operates – is still a long way from staying within the planetary boundaries. The scale of the reductions required is enormous. The results presented in the following pages show the extent of the challenge at hand.

The fact that UNIL needs to reduce its environmental footprint is not a new finding, as any observer can imagine. However, what is new is that UNIL now has a quantitative tool to measure the gap between the current situation and the goals that the latest scientific knowledge allows us to set for 2050 (the target year adopted by major international conventions such as the Paris Agreement).

So, despite many achievements in recent years, UNIL is still a long way from complying with the planetary boundaries. Exposing these facts and confronting the situation head-on is the role of a university. It is a prerequisite to enabling a shared understanding of the issues at stake. This is why this report is meant to be circulated, discussed, perhaps even criticized, but by no means ignored.

The challenge of bringing UNIL, and society at large, back within the planetary boundaries is daunting. What's more, we need to ensure that our actions are consistent with the challenges of social justice. A serious and careful reading of this report inevitably leads to a broad range of uncertainties. Where to start? Will it still be possible to do this or that? Will we be able to do it? Is the goal simply within our reach?

Although the facts are staggering, we need to be bold.

UNIL intends to rise to the challenge by building on the scientific approach, critical thinking and collaborative, interdisciplinary work that are its hallmarks. This means daring to experiment, accepting mistakes, learning to correct and adapt, and not being afraid to start again, in order to outline together a trajectory that will enable the institution to respect the planetary boundaries.

This work has already begun. The main findings set out in this report have fed into

the deliberations of the Transition Assembly. This experimental process brought together 60 randomly selected members of the university community during the 2022-2023 academic year, with a mandate to propose to the Rectorate courses of action for respecting the planetary boundaries.

Two lessons can already be drawn from this experiment, which was completed in mid-September 2023⁶:

- Confronted with UNIL's environmental impacts and made aware of the challenge of bringing them within planetary boundaries, a random sample of members of the academic community can converge towards a high level of ambition.
- Even if they were all implemented, the numerous proposals for action submitted by the Assembly would not enable UNIL to fully respect the planetary boundaries.

UNIL's Rectorate has already examined both the assessment of UNIL's environmental impacts, and the proposals put forward by the Transition Assembly. These two elements will serve as a basis for developing UNIL's Ecological and Social Transition Strategy, which will be made public in spring 2024.

From this point onwards, it will be a matter of implementing this strategy. It may prove insufficient or inaccurate in certain aspects, yet may potentially lead us to success in others. The aim will be to monitor progress, reconsider the options taken, confirm certain choices and correct others, until we reach a level of operation that respects the planetary boundaries. By rigorously documenting each stage of this process, UNIL hopes to contribute to building practical know-how on the ecological and social transition within an academic community, with the hope of contributing to a more global transition, on a local, regional and national scale, or even beyond.

For the UNIL's Rectorate

Benoît Frund

Vice Rector for Ecological Transition & Campus

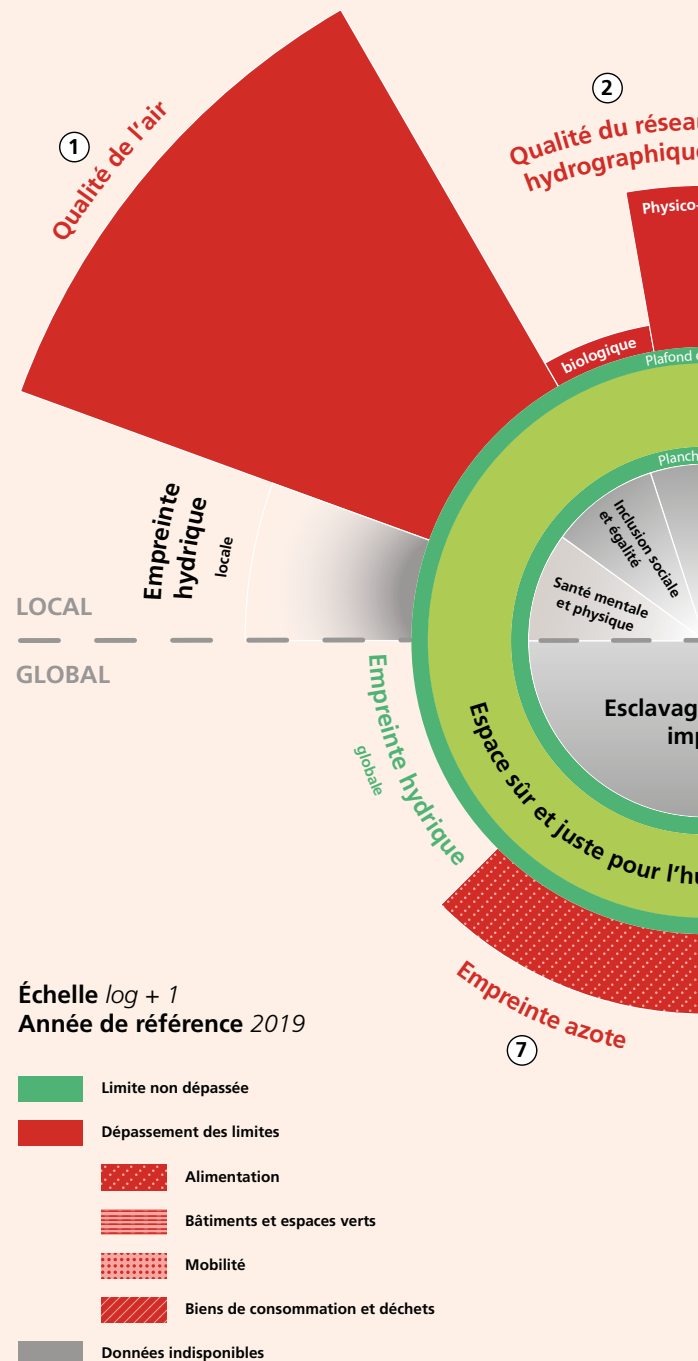
Résumé exécutif

Le Donut UNIL est un outil de diagnostic et de navigation pour la transition écologique de l'Université de Lausanne. Inspiré du modèle du Donut de Kate Raworth (2012), il permet d'identifier les enjeux locaux et globaux auxquels est confrontée notre société et de quantifier les impacts de l'UNIL sur ces derniers. Le Donut UNIL montre, notamment, que les activités de l'Université (mobilité, alimentation, achats de matériel de recherche et d'enseignement, etc.) génèrent des impacts qui dépassent, de loin, les limites écologiques de notre planète – appelées les « limites planétaires ».

Le constat est sans appel et le Donut UNIL est un outil précieux qui permet à l'Université de Lausanne de poursuivre sa transformation, guidée par un diagnostic détaillé et par des objectifs cibles pour 2050 compatibles avec la littérature scientifique.

① Qualité de l'air à l'UNIL

Le campus principal de l'UNIL (Dorigny) est exposé 216 jours par an à des taux de pollution de l'air qui dépassent les seuils recommandés par l'OMS. C'est **36 fois** plus que les limites préconisées par l'OMS.

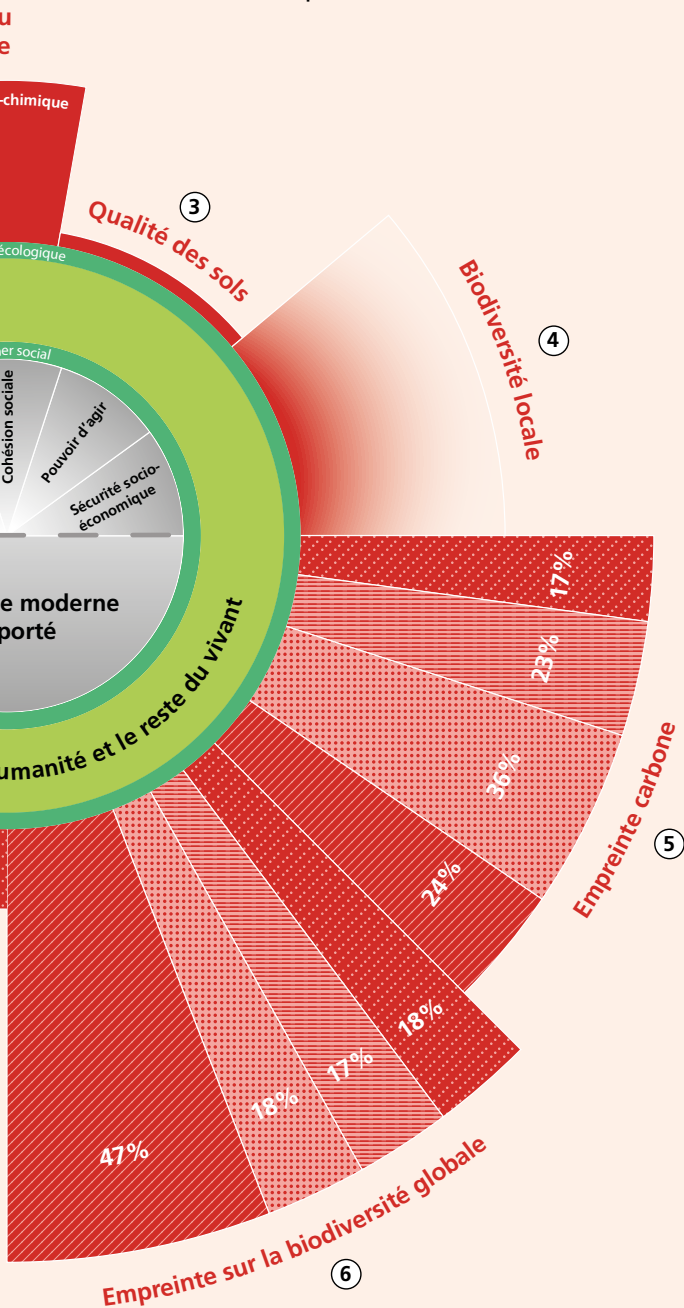


⑦ Empreinte azote

2/3 des impacts de l'UNIL sur la perturbation du cycle de l'azote global sont liés à la consommation de viande. L'empreinte azote de l'UNIL doit être **divisée par 2** d'ici 2050 pour respecter les limites planétaires.

② Qualité des rivières et lacs à l'UNIL

La rivière qui traverse le campus principal de l'UNIL présente une **mauvaise** qualité physico-chimique, liée à sa concentration en macronutriments et en pesticides. Une partie des polluants chimiques, plastiques ou médicamenteux présents dans la rivière, s'écoulant vers le lac Léman, pourrait être issue du campus de l'UNIL mais les impacts sont indéfinis pour l'instant.

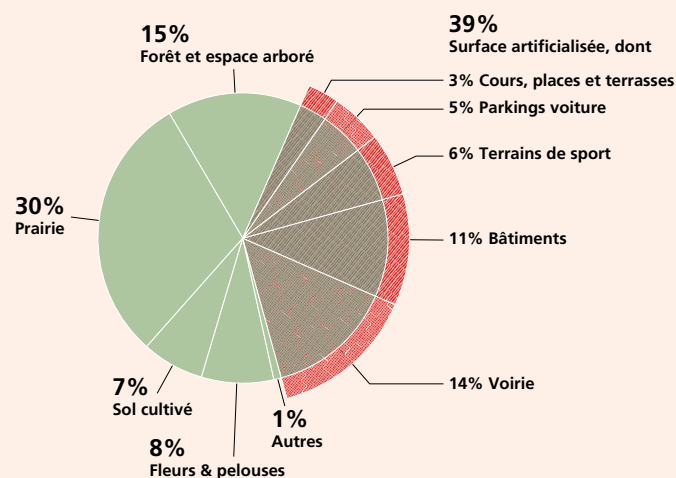


⑥ Impacts de l'UNIL sur la biodiversité globale

Les activités de l'UNIL, notamment l'achat de matériel pour la recherche et l'enseignement, participent à l'effondrement généralisé de la biodiversité via l'extraction des ressources nécessaires et les pollutions générées au cours de la production et du transport des produits. Pour réduire ses impacts en deçà des limites planétaires, l'UNIL doit **diviser par 30** son empreinte sur la biodiversité globale.

③ Qualité des sols de l'UNIL

39% du campus de l'UNIL sont artificialisées, dont la moitié est associée au secteur de la mobilité et l'autre moitié aux bâtiments et infrastructures construites.



④ Biodiversité locale

L'état de la **biodiversité** sur le campus de l'UNIL, évalué selon la population d'oiseaux nicheurs, doit s'améliorer d'ici 2050. La valeur cible est imprécise, mais les moyens à mettre en œuvre concernent par exemple l'augmentation de la surface de canopée, la sauvegarde et l'amélioration des prairies sèches existantes et la création de milieux humides.

⑤ Impacts de l'UNIL sur le changement climatique

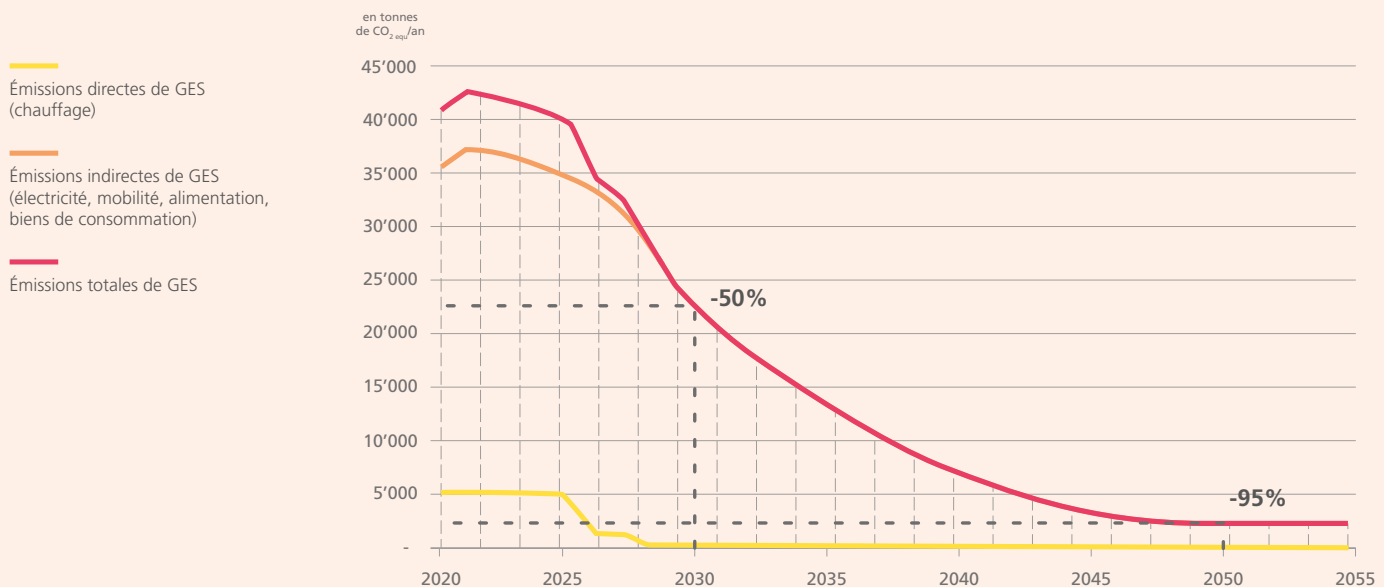
Les activités de l'UNIL génèrent, de manière directe et indirecte, environ 40'000 tonnes de CO₂ eq. par an qui participent activement au changement climatique global. Le secteur des transports est le premier poste d'émissions de gaz à effet de serre : la mobilité en avion représente à elle seule 20% des émissions de CO₂ eq. de l'UNIL. Pour contribuer aux objectifs de l'Accord de Paris, l'UNIL doit **diviser par 20** ses émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050.

Du diagnostic à l'outil de navigation

Le Donut UNIL dresse un constat pour le moins préoccupant. Pour cesser de déstabiliser l'écosystème Terre et garantir des conditions de vie décentes aux populations actuelles et futures, l'UNIL doit notamment diviser par 20, par 30, ses impacts sur le climat et la biodiversité, tout en garantissant un socle social minimal à sa communauté.

Le Donut UNIL fixe des valeurs cibles pour 2050, mais les pollutions et dégradations s'accumulent dans la biosphère: pour limiter l'ampleur des conséquences identifiées par la littérature scientifique, il faut enclencher une descente rapide des pressions anthropiques. Cette notion d'accumulation, année après année, est particulièrement bien renseignée concernant le changement climatique; l'UNIL dispose ainsi d'un certain budget carbone restant – calculé entre 2020 et 2100. Si l'UNIL poursuit ses émissions de gaz à effet de serre actuelles pendant plusieurs décennies puis atteint subitement la neutralité carbone en 2049, elle aura – de loin – dépensé bien plus que le budget juste et équitable qui lui est attribué.

Pour guider la transformation profonde de l'UNIL – et du reste de la société - que ce défi implique, une courbe de réduction des émissions de gaz à effet de serre est dessinée pour l'UNIL, avec deux échéances principales par rapport à 2019 (2030 et 2050).



Courbe prévisionnelle de descente des émissions de gaz à effet de serre de l'Université de Lausanne entre 2020 et 2050, souhaitable pour contribuer aux objectifs de l'Accord de Paris. CCD (UNIL), 2023

Respecter cette courbe de descente des émissions de CO₂ eq. est nécessaire pour participer aux objectifs internationaux signés par la Suisse et ainsi limiter le réchauffement climatique global à 1,5°C ou 2°C d'ici 2100. Si cette courbe a été quantifiée pour les émissions de gaz à effet de serre, sa forme, renseignant le rythme et l'ampleur des efforts à réaliser, est extrapolable aux autres limites planétaires dépassées par l'UNIL.

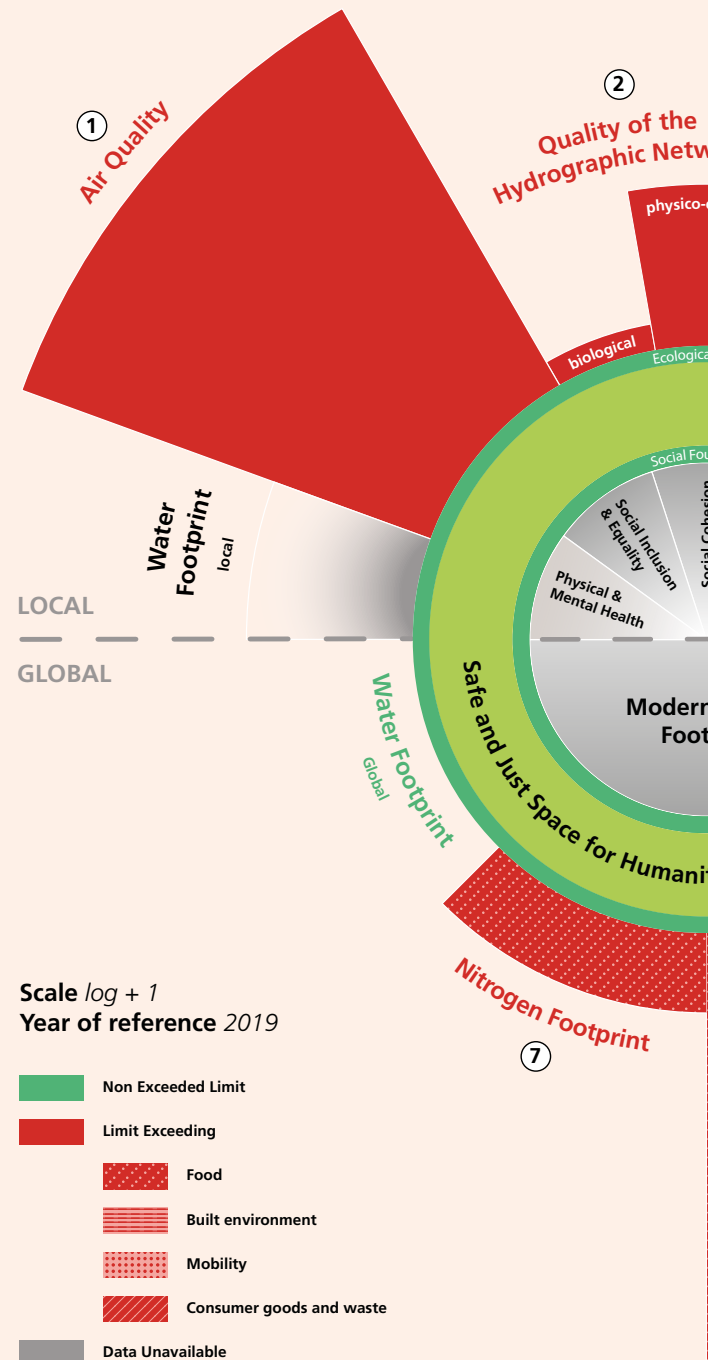
Executive Summary

The UNIL Doughnut is a diagnostic and navigation tool for the ecological transition of the University of Lausanne. Inspired by Kate Raworth's model (2012), it allows for the identification of local and global challenges facing our society and quantifying UNIL's impacts on them. The UNIL Doughnut demonstrates, among other things, that the university's activities (mobility, food, procurement of research and teaching materials, etc.) generate impacts that far exceed the ecological boundaries of the planet, known as "planetary boundaries."

The findings are unequivocal, and the UNIL Doughnut is a valuable tool that enables the University of Lausanne to continue its transformation, guided by a detailed diagnosis and target objectives for 2050 that align with scientific literature.

① Air Quality at UNIL

The main UNIL campus (Dorigny) is exposed to air pollution levels that exceed WHO recommended thresholds for 216 days per year. This is **36 times** higher than the limits recommended by the WHO.

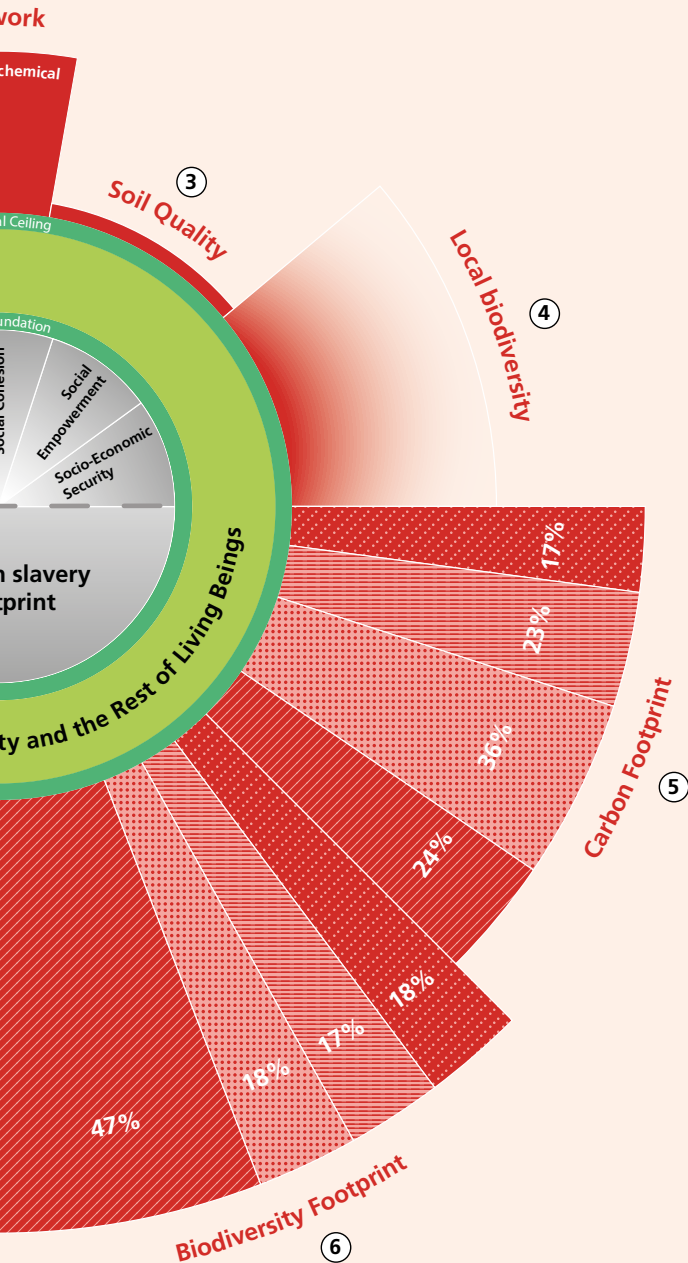


⑦ Nitrogen Footprint

2/3 of UNIL's impacts on the disruption of the global nitrogen cycle are related to meat consumption. UNIL's nitrogen footprint must be reduced **by half** by 2050 to respect planetary boundaries.

② River and Lake Quality at UNIL

The river that runs through the main UNIL campus exhibits **poor** physico-chemical quality, attributed to its high concentrations of macronutrients and pesticides. Some of the chemical, plastics, or pharmaceutical pollutants present in the river, flowing towards Lake of Geneva, could originate from the UNIL campus, but the impacts are currently undefined.

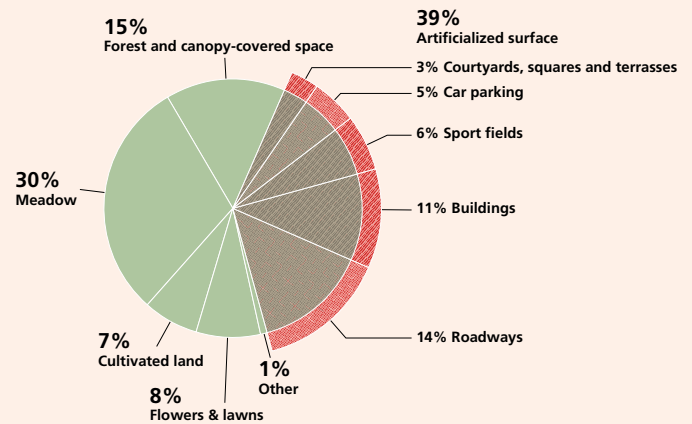


⑥ Impacts of UNIL on Global Biodiversity

UNIL's activities, particularly the procurement of research and teaching materials, contribute to the widespread collapse of biodiversity through the extraction of resources and pollution generated during the production and transportation of products. To reduce its impacts below planetary boundaries, UNIL must reduce its footprint on global biodiversity by a **factor of 30**.

③ Soil Quality at UNIL

39% of the UNIL campus is artificialized, with half of it associated with the mobility sector and the other half associated with buildings and constructed infrastructure.



④ Local biodiversity

The state of biodiversity on the UNIL campus, assessed on the population of nesting birds, should improve by 2050. The precise target value is unclear, but the measures to be implemented include increasing canopy cover, preserving and enhancing existing dry meadows, and creating wetland habitats, among others.

⑤ Impacts of UNIL on Climate Change

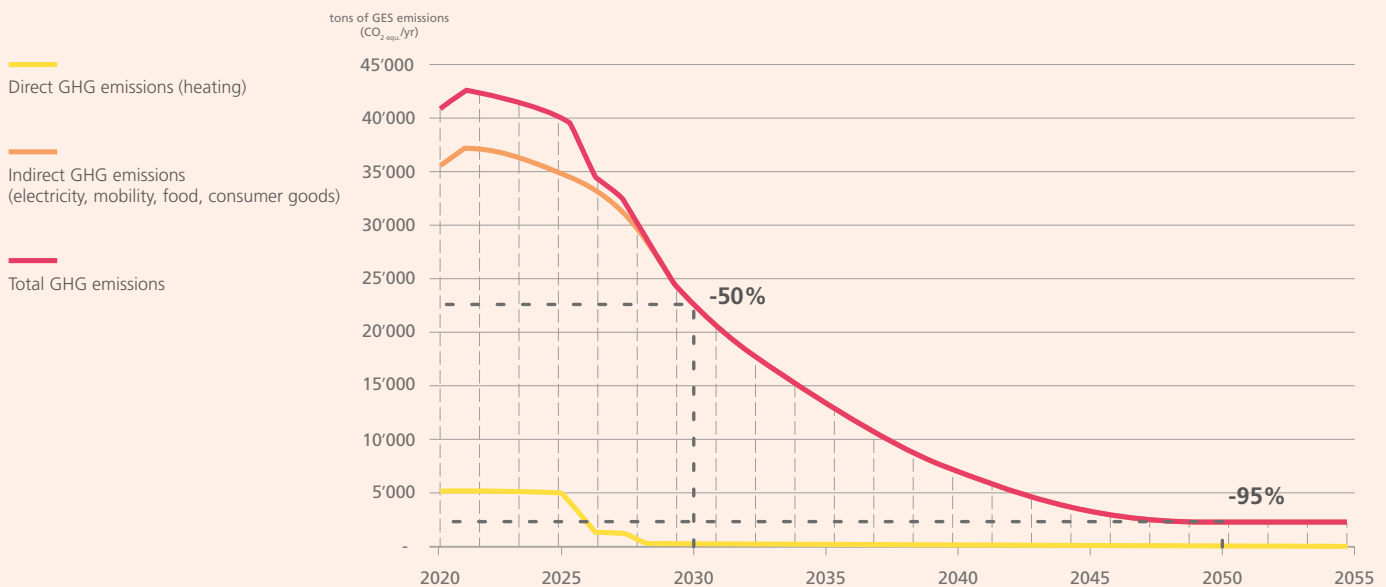
UNIL's activities generate approximately 40'000 metric tons of CO₂ equivalent per year, both directly and indirectly, actively contributing to global climate change. The transportation sector is the largest source of greenhouse gas emissions: air travel alone accounts for 20% of UNIL's CO₂ equivalent emissions. To contribute to the goals of the Paris Agreement, UNIL must reduce its greenhouse gas emissions by a **factor of 20** by 2050.

From assessment to navigation tool

The UNIL Donut paints a worrying picture. In order to stop destabilizing the Earth's ecosystem and guarantee decent living conditions for current and future populations, UNIL must divide its impacts on climate and biodiversity by 20 and 30, while also guaranteeing a minimum social foundation to its community.

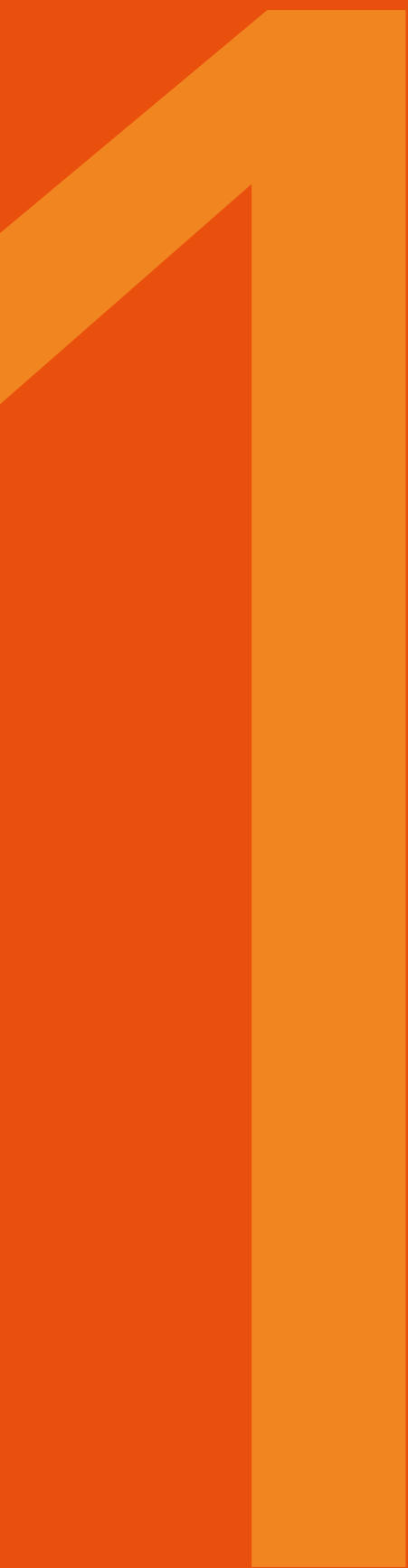
The UNIL Donut sets target values for 2050, but pollution and degradation accumulate in the biosphere: in order to limit the extent of the consequences identified by the scientific literature, it is necessary to initiate a rapid decline of anthropogenic pressures. This notion of accumulation, year after year, is particularly well-documented in the case of climate change: the university thus has a certain remaining carbon budget – calculated between 2020 and 2100. If UNIL continues its current greenhouse gas emissions for several decades and then suddenly reaches carbon neutrality in 2049, it will have far exceeded the fair and equitable budget allocated to us.

In order to guide the profound transformation of UNIL – and the rest of society – that this challenge implies, a curve of greenhouse gas emissions reduction is drawn for UNIL, with two main deadlines compared to 2019 (2030 and 2050).



Projected greenhouse gas emissions reduction curve for the University of Lausanne between 2020 and 2050, aiming to contribute to the goals of the Paris Agreement. CCD (UNIL), 2023

Respecting this curve of greenhouse gas emissions reduction is necessary to participate in the international objectives signed by Switzerland and thus limit global warming to 1.5°C or 2°C by 2100. If this curve has been quantified for greenhouse gas emissions, its shape - providing information on the pace and scale of the efforts to be made - is extrapolable to other planetary boundaries exceeded by UNIL.



De la théorie
à l'outil
de diagnostic

Cette partie décrit le cadre conceptuel mobilisé pour établir le diagnostic socio-écologique de l'UNIL. Elle explicite aussi les choix opérés dans l'exercice de déclinaison de cet outil à l'Université de Lausanne: quelles thématiques sont traitées, quels indicateurs y sont associés, etc.

L'objectif de la Direction de l'Université de Lausanne est clair: faire rentrer le fonctionnement opérationnel de l'UNIL dans les limites planétaires tout en répondant à sa mission sociale. Il s'agit maintenant de définir une stratégie et des mesures permettant d'y arriver: c'est la stratégie de transition de l'UNIL. Cette stratégie sera centrale à la transformation de l'Université dans les années à venir, il est donc essentiel qu'elle soit ancrée sur un fondement théorique solide à même de saisir la complexité des crises systémiques de notre siècle. L'urgence de passer à l'action impose également de disposer d'un outil d'aide à la décision robuste et efficace. Ce double impératif, théorique et opérationnel, a amené l'UNIL à faire le choix d'ancrer sa stratégie de transition sur le modèle du Donut de l'économiste britannique Raworth (2017).

1.1. Le cadre conceptuel du Donut

En associant le cadre des limites planétaires à celui des besoins humains fondamentaux, Raworth dessine un espace juste et sûr pour l'humanité formant un « donut » délimité par un *plafond environnemental* d'une part et un *plancher social* d'autre part.



Figure 1: représentation originale du Donut par Raworth, 2017 (trad. en français en 2018, p. 64).

Le plafond écologique du donut de Raworth est défini par les limites planétaires. Ces neuf limites planétaires identifiées en 2009 par Rockström et ses collègues⁷ correspondent à des seuils à ne pas dépasser, au risque de perturber les grands paramètres bio-physico-chimiques garants des conditions favorables de vie sur Terre que nous connaissons actuellement. Le concept de limites planétaires est reconnu et adopté au niveau international (Nations unies), européen⁸ et national, notamment en Suisse⁹.

Le plancher social du Donut est inspiré de la théorie des besoins humains fondamentaux et correspond à 12 paramètres vitaux qui doivent être assurés à toutes et tous¹⁰. La grande force conceptuelle de cette théorie réside dans l'articulation entre les aspects environnementaux et sociaux, mettant en exergue les enjeux de justice environnementale.

Enjeux

La méthodologie choisie et les choix opérés lors la construction de l'outil ont un impact sur la possibilité, ou non, de quantifier l'état actuel et les valeurs cibles du Donut UNIL. La séquence « thématiques – indicateurs – valeurs cibles – quantifications de l'état actuel » n'est donc pas aussi linéaire que présentée dans ce rapport, mais est nécessairement issue d'un processus itératif.

D'abord quantifié à l'échelle globale par Raworth en 2017, le Donut a depuis été décliné à l'échelle de pays et de régions. Il a également servi de cadre conceptuel aux réflexions de transition écologique de plusieurs villes aux États-Unis et en Europe notamment¹¹.

1.2. Déclinaison du Donut à l'Université de Lausanne

+ En l'absence de données disponibles pour l'année 2019, quelques données plus récentes (entre 2020 et 2022) sont utilisées dans le cadre du diagnostic écologique et social de l'UNIL ici présenté.

Méthodologie

+ Cette méthodologie est issue de projets pilotes menés à Amsterdam, Philadelphie et Portland. Elle a notamment été appliquée à la ville d'Amsterdam en 2019.

En l'absence d'une méthodologie standardisée, décliner le modèle du Donut à l'échelle d'une institution telle que l'UNIL relève forcément de l'expérimentation avec son lot de choix à effectuer et de limites. En mobilisant son expertise académique, l'UNIL entend contribuer à l'opérationnalisation du modèle du Donut et ainsi faciliter sa diffusion.

Dans cette optique, la partie qui suit explicite la méthodologie utilisée pour construire le premier Donut UNIL, état 2023, sur la base de + données de 2019.

La déclinaison du cadre conceptuel du Donut UNIL est inspirée de la + méthodologie Creating city portrait développée par le Doughnut Economics Action Lab (DEAL)¹². Celle-ci se base sur une matrice à quatre quadrants, croisant les dimensions écologique et sociale aux échelles locale et globale.

		Dimension	
		Plancher social	Plafond écologique
Échelle	Locale	Quadrant social-local	Quadrant écologique-local
	Globale	Quadrant social-global	Quadrant écologique-global

Tableau 1 : matrice à quatre quadrants inspirée du DEAL (2020).

Ces quatre focales invitent à une réflexion holistique articulant enjeux locaux et responsabilités globales. Sur le plan écologique, cette approche multiscalaire permet de consolider la déclinaison régionale des seuils écologiques globaux en la complétant d'objectifs écologiques liés aux écosystèmes locaux. Sur le plan social, cette articulation entre global et local permet d'aborder les enjeux de justice intra-communautaire et de justice globale.

Cette réflexion par quadrant a fait émerger 15 thématiques de transition qui vont sous-tendre la déclinaison UNIL du Donut.

Thématiques du Donut UNIL

Quadrant écologique-global

Quatre thématiques écologiques-globales sont incluses dans le Donut UNIL: le changement climatique, l'érosion de la biodiversité globale, le cycle de l'azote et le cycle de l'eau. Elles permettent de couvrir six des neuf limites planétaires identifiées par Rockström et al. en 2009 (tableau 2):

Thématiques écologiques-globales	Limites planétaires selon Rockström et al. (2009)	Principales pressions exercées sur la limite
Changement climatique	Changement climatique	Émissions de gaz à effet de serre
	Acidification des océans	Émissions de gaz à effet de serre
Érosion de la biodiversité globale	Érosion de la biodiversité	Perte d'habitat
	Utilisation du sol	
Perturbations du cycle de l'azote	Cycles de l'azote et du phosphore	Pertes d'azote et de phosphore agricoles dans les milieux naturels
Perturbations du cycle de l'eau	Utilisation d'eau douce	Consommation d'eau

Tableau 2 : tableau de correspondance entre les thématiques écologiques globales du Donut UNIL et le cadre conceptuel des limites planétaires de Rockström et al. (2009).

Par mesure de parcimonie, les neuf limites planétaires identifiées par les scientifiques ne sont pas toutes intégrées au Donut UNIL. La méthode de sélection donne la priorité aux limites identifiées comme les plus critiques en Suisse et regroupe certaines d'entre elles en fonction des principales pressions ayant une influence (tableau 2):

- Le changement climatique et l'acidification des océans sont regroupés sous la même thématique associée à l'empreinte carbone de l'UNIL, car les émissions de gaz à effet de serre (GES) (particulièrement de CO₂) représentent la principale pression qui accélère ces deux phénomènes;
- La perte d'habitat et l'utilisation du sol sont regroupées sous la même thématique associée à l'érosion de la biodiversité globale. Le changement d'usage des sols est en fait la première cause d'érosion de la biodiversité, même si celui-ci a aussi un impact sur le climat et sur d'autres limites planétaires;
- La limite relative aux cycles de l'azote et du phosphore n'est que partiellement couverte par un objectif associé à l'empreinte en azote de l'UNIL. Le cycle du phosphore n'est pas pris en compte par mesure de parcimonie et en raison du caractère a priori non prioritaire de cette limite en Suisse¹³;
- La limite relative au cycle de l'eau est intégrée au Donut UNIL, à l'échelle globale et régionale (en savoir plus en page 74).

Certaines limites planétaires issues des publications originales de Rockström et ses collègues ne sont pas couvertes par les quatre thématiques écologiques-globales du Donut UNIL:

- La limite relative à l'augmentation des aérosols dans l'atmosphère n'est pas intégrée au Donut UNIL car elle est aujourd'hui assortie d'une valeur seuil régionale uniquement valable pour le continent asiatique¹⁴. De même, la limite relative à la diminution de la couche d'ozone n'est pas directement intégrée, car elle n'est plus considérée comme dépassée ou prioritaire au niveau global;
- La limite relative à l'introduction d'entités nouvelles (pollution chimique, plastique, etc.), quantifiée pour la première fois en janvier 2022¹⁵, n'est pas considérée en raison du manque de données récentes et scientifiquement significatives pour renseigner les impacts de l'UNIL sur cette limite.

Néanmoins, notons que la pollution de l'air (identifiée comme pression principale agissant sur l'augmentation des aérosols dans l'atmosphère et la diminution de la couche d'ozone) et la pollution chimique de l'eau (contribuant à l'introduction d'entités nouvelles dans la biosphère) sont traitées dans le quadrant écologique-local exposé ci-après.

La méthode d'évaluation des thématiques écologiques-globales du Donut de l'UNIL est partiellement inspirée de l'expérience de l'Université d'Oxford, qui a récemment quantifié ses impacts sur deux limites planétaires : le changement climatique et l'érosion de la biodiversité globale.

La suite du présent document fait régulièrement mention de la publication de Bull et al. (2022), qui précise la méthode et les résultats du diagnostic mené à Oxford.

Quadrant écologique-local

Quatre thématiques sont choisies dans ce quadrant centré sur la qualité des écosystèmes locaux. Elles concernent trois ressources vitales (l'air, l'eau, le sol) et la biodiversité. Le périmètre sectoriel considéré pour ce quadrant comprend uniquement le campus de Dorigny, regroupant la quasi-totalité des espaces extérieurs entretenus par l'UNIL.

Thématiques écologiques-locales
Qualité de l'air local
Qualité du réseau hydrographique local
Qualité des sols locaux
Biodiversité locale

Tableau 3 : thématiques écologiques-locales du Donut UNIL.

Bien que l'état de la biodiversité locale soit largement dépendant de la qualité des sols, des cours d'eau et du lac Léman, ces trois thématiques sont abordées à part entière afin de générer une compréhension plus fine des enjeux locaux.

La qualité de l'air est intégrée au plafond écologique du Donut UNIL en raison de son impact sur certaines limites planétaires (déplétion de la couche d'ozone et émissions d'aérosols). Néanmoins, au même titre que la pollution de l'eau et des sols, la pollution de l'air est également un problème sanitaire majeur ayant un impact sur la santé physique des personnes exposées¹⁶. Cette approche écologique et sociale de la qualité de l'air illustre particulièrement bien les interactions entre le plancher et le plafond du Donut.

Plus de détails sur le périmètre spatial du Donut UNIL en page 34.

Quadrant social-local

Cinq thématiques sont regroupées dans le quadrant social-local, qui vise à illustrer l'état de satisfaction des fondamentaux sociaux des membres de la communauté universitaire. Ce quadrant est inspiré du cadre théorique de la *qualité sociale*, définie comme la manière dont les « citoyens » sont capables de participer à la vie économique et sociale de leur communauté et sous quelles conditions leur potentialité et leur bien-être s'en trouvent améliorés¹⁷. Cette théorie repose sur quatre piliers (sécurité économique et sociale, cohésion sociale, intégration sociale et pouvoir d'agir), auxquels l'UNIL ajoute une thématique relative à la bonne santé physique et mentale de la communauté universitaire. Cette dernière dépend des quatre paramètres de la qualité sociale¹⁸ mais elle est ici traduite en thématique à part entière pour le Donut UNIL.

Réinterprété dans le contexte universitaire, ce cadre théorique permet de faire émerger les thématiques suivantes (tableau 4):

Thématiques sociales-locales	
Cohésion sociale au sein de la communauté universitaire	Connexions et relations entre les membres de l'UNIL (étudiant-es, professeur-es, personnel, etc.): « ciment » des liens sociaux entre les humains
Inclusion sociale et égalité au sein de la communauté universitaire	Accès aux relations sociales et au cadre institutionnel, aux organisations, aux groupes existant pour toutes et tous
Pouvoir d'agir des membres de la communauté universitaire	Capacité à fonctionner en tant qu'acteur-trices créatif-ves dans la détermination de leur vie quotidienne
Sécurité socio-économique des membres de la communauté universitaire	Accès aux ressources (financières, matérielles, physiques, etc.) pour faire face à la vie quotidienne
Santé mentale et physique des membres de la communauté universitaire	Santé biomédicale mais aussi subjective et expérientielle

Tableau 4: thématiques sociales-locales du Donut UNIL.

Le cadre théorique de la *qualité sociale* vise à rendre compte des interactions entre la qualité de l'environnement (psycho-)social, les éléments biographiques des individus et la façon dont ces interactions impactent le bien-être collectif et individuel. Cette approche permet de construire le plancher social du Donut UNIL à une échelle mésoscopique, intermédiaire entre l'individu et le global. Ce niveau d'analyse est particulièrement bien adapté au contexte de l'UNIL et de sa communauté, car une analyse à l'échelle plus macroscopique intégrerait davantage le contexte socio-économique suisse et global, qui sont hors du champ d'action direct de l'UNIL. Par exemple, dans le modèle original du Donut de Raworth (2017), l'éducation est une thématique principale, illustrée par le taux de scolarisation et d'illettrisme dans le monde¹⁹. Dans le contexte universitaire de l'UNIL, il paraît plus pertinent d'aborder l'éducation sous l'angle de la capacité d'agir sur sa propre formation et le sentiment d'*empowerment* qui en découle (lié aux compétences acquises, à l'employabilité, etc.), plutôt que de mesurer des paramètres structurels à l'échelle macroscopique, comme l'accès égalitaire aux études supérieures, par exemple.

En outre, les cinq thématiques sociales-locales du Donut UNIL recouvrent, voire dépassent, la majorité des dimensions choisies par Raworth dans son modèle initial du Donut (en savoir plus en page 110).

Choix des indicateurs du Donut UNIL

Quadrant social-global

Une seule thématique est retenue dans le quadrant social-global de l'UNIL, relative aux conditions de travail dégradant la qualité de vie des personnes intervenant dans la chaîne d'approvisionnement de l'UNIL (tableau 5).

Thématique sociale-globale
Esclavage moderne importé

Tableau 5 : thématique sociale-globale du Donut UNIL.

La méthode de déclinaison territoriale du Donut produite par le DEAL suggère de recentrer le quadrant social-global sur les impacts sociaux de la chaîne de production de biens consommés sur le territoire²⁰. Ainsi, dans la mesure où les conditions de travail d'une portion de la population mondiale ne lui permettent pas d'atteindre les minimums sociaux (quel que soit le niveau de satisfaction des autres dimensions qui définissent le plancher social) et en considérant que la population (hors campus) la plus directement touchée par les activités de l'UNIL est celle des travailleur-euses qui interviennent dans la chaîne de production des biens qui y sont consommés, alors le quadrant social-global du Donut de l'UNIL vise à quantifier les formes d'esclavage moderne embarquées dans la chaîne de production des biens consommés par l'Université. Notons par ailleurs que les pays les plus importateurs d'esclavage moderne sont également les plus grands importateurs de pollution, d'eau, de matière et d'impacts climatiques²¹ via leur chaîne d'approvisionnement globalisée.

Enjeux

Le choix des indicateurs, associés à chaque thématique du Donut décliné à une échelle territoriale ou sectorielle, nécessite des arbitrages spécifiques à chaque quadrant.

Au niveau écologique-global, la principale contrainte consiste à trouver des indicateurs qui soient associés, d'une part, à des limites planétaires quantifiées dans la littérature scientifique afin de fixer le plafond écologique du Donut et, d'autre part, à des données territorialisées (au niveau local ou régional) permettant d'évaluer leur état actuel pour l'UNIL. Ces données territorialisées sont généralement disponibles dans des bases de données internationales ou nationales.

Concernant les enjeux sociaux-globaux, en l'état actuel, la disponibilité des données est le principal facteur d'influence du choix des indicateurs. Si la recherche génère de plus en plus de données globales sur les aspects du travail forcé, du travail des enfants ou de l'esclavage moderne, les données sectorielles et géographiques précises sont encore largement incomplètes²². Les données nécessaires à l'évaluation de la dégradation des fondements sociaux des travailleur-euses intervenant dans la chaîne d'approvisionnement étant très difficiles (voire impossibles) à créer à partir d'une initiative locale, l'usage de bases de données internationales existantes est nécessaire.

Au niveau local, la principale difficulté est l'articulation entre les indicateurs d'état (de la qualité de l'air, par exemple) dont l'UNIL n'est pas entièrement responsable et les indicateurs d'impacts de l'UNIL. À cela s'ajoute la difficile conciliation entre l'usage de données préexistantes par souci de pragmatisme et la construction d'indicateurs spécifiques nécessitant la collecte de nouvelles données (via des projets de monitoring, des enquêtes, etc.).

Relevons néanmoins que cette approche du plancher social par les conditions de travail est probablement réductrice : l'UNIL pourrait avoir des impacts indirects sur d'autres composantes du plancher social de personnes situées en dehors de la Suisse.

Quadrant écologique-global

Les indicateurs choisis dans le quadrant écologique-global sont des empreintes écologiques (carbone, biodiversité, azote et eau) qui englobent les émissions générées et les ressources naturelles utilisées dans l'ensemble du cycle de vie d'une unité de matière ou d'énergie consommée à l'UNIL (tableau 6). Ces indicateurs reflètent donc la pression opérée par les activités anthropiques sur l'état de l'écosystème terrestre. S'il subsiste des incertitudes importantes entre l'état des limites planétaires et les pressions générées par les activités anthropiques exprimées²³, les indicateurs sous forme d'empreinte reflètent aisément l'approche *consommation* adoptée pour le Donut UNIL et permettent une comparaison pragmatique entre les seuils planétaires et les activités anthropiques²⁴. Cette approche a été adoptée par plusieurs auteur·trices²⁵, notamment par l'équipe de l'Université de Leeds dans sa déclinaison du Donut à l'échelle de nombreux pays²⁶, car elle permet d'attribuer la responsabilité des impacts à l'entité qui génère la pression²⁷.

	Thématique du Donut UNIL	Indicateur du Donut UNIL	Source principale de l'indicateur	Variable de contrôle mobilisée <i>Source</i>	Fiabilité de la valeur seuil
Écologique global	N°1 Changement climatique	Empreinte carbone : émissions de GES, en kg CO ₂ eq./an	GIEC, 2013	Émissions de GES, en kg CO ₂ eq./an <i>GIEC</i>	Très fiable
	N°2 Érosion de la biodiversité globale	Empreinte sur la biodiversité globale : score de dommage potentiel sur la biodiversité globale, sans unité	Huijbregts et al. 2016	Biodiversity Intactness Index <i>Steffen et al. 2015</i>	Peu fiable Valeur préliminaire fixée en 2015
	N°3 Perturbations du cycle de l'azote	Empreinte azote : pertes d'azote agricole dans les milieux naturels (air, eau) en kg N/an	Bouwman et al. 2013	Pertes d'azote agricole dans les milieux naturels en kg N/an <i>Dao et al. 2015</i>	Peu fiable Nombre limité de références
	N°4 Perturbations du cycle de l'eau	Empreinte hydrique : consommation d'eau bleue en m ³ /an	Rockström et al. 2009	Consommation d'eau bleue en m ³ /an. <i>Rockström et al. 2009</i>	Peu fiable Nombre limité de références

Tableau 6 : indicateurs écologiques-globaux sélectionnés pour le Donut UNIL.

Indicateur n°1 : émissions de gaz à effet de serre

L'empreinte carbone est exprimée en émissions de GES (en kilogrammes d'équivalent CO₂ – ci-après CO₂ eq.). Il s'agit d'un indicateur qui mesure les pressions générées par les activités anthropiques sur le changement climatique global et qui présente les avantages suivants :

- Compatibilité avec les politiques climatiques internationales, nationales et locales qui fixent des objectifs de réduction des émissions de GES ;
- Disponibilité des données au niveau international, national et local.

+ Pour plus de précisions sur le vocabulaire employé, consulter la page 39

L'empreinte carbone de l'Université est comparée à ⁺ une variable de contrôle également exprimée en émissions de GES annuelles, contrairement à la proposition initiale de Rockström et al. (2009) qui illustrait la limite planétaire « changement climatique » suivant la concentration de CO₂ dans l'atmosphère.

La valeur seuil de 350 ppm fixée par Rockström étant aujourd'hui déjà dépassée, le choix est fait d'utiliser un indicateur correspondant aux politiques climatiques internationales et locales et aux objectifs qu'il est aujourd'hui possible de viser pour 2050²⁸.

En savoir plus sur cet indicateur en page 64.

Indicateur n°2 : dommage potentiel à la biodiversité globale

L'empreinte sur la biodiversité globale est un score de dommage potentiel sur la biodiversité globale, exprimé sans unité. Il est basé sur un indicateur proposé par la méthode ReCiPe 2016²⁹, qui rend compte de l'impact de plusieurs pressions sur la biodiversité. C'est un marqueur agrégé de la perte relative et potentielle d'espèces, générée par des activités anthropiques qui entraînent la destruction d'habitats ou la pollution des milieux terrestres et aquatiques.

Si cet indicateur a également été utilisé par l'Université d'Oxford pour calculer ses impacts sur la biodiversité globale³⁰, sa capacité à représenter fidèlement la perte de biodiversité est néanmoins discutable et doit être interprétée avec précaution. Certaines activités ou pressions ayant un impact important sur certaines familles ou habitats sont exclues de la méthode de calcul de cet indicateur (par exemple la surpêche ou l'introduction d'espèces invasives)³¹.

- + Abondance au sein de tous les groupes fonctionnels.
- + Le score BII peut être supérieur à 100% pour certains groupes fonctionnels si les activités humaines participent à l'augmentation de l'abondance des espèces dans ce groupe.

La variable de contrôle mobilisée pour cette thématique est le Biodiversity Intactness Index (BII) proposé par Steffen et al. en 2015, qui exprime + la raréfaction des populations d'espèces due aux activités anthropiques (+ sur la base d'un score allant de 0 à 100%).

En appliquant un facteur de conversion à la valeur seuil globale associée, le BII devient comparable au score de dommage potentiel à la biodiversité généré par les activités de l'UNIL.

En savoir plus sur cet indicateur en page 68.

Indicateur n°3 : pertes d'azote agricole dans les milieux naturels

L'empreinte azote est exprimée en masse d'azote (issu des engrais agricoles) perdu dans les milieux naturels par évaporation ou par ruissellement (en kilogrammes par an). L'azote ainsi émis en excès dans les milieux naturels génère une pollution des milieux aquatiques, qui entraîne la destruction des écosystèmes (par processus d'eutrophisation).

La variable de contrôle mobilisée ici est exprimée en pertes d'azote agricole dans les milieux naturels (air, eau) en kilogramme d'azote (N) par an – ci-après kg N/an. Elle a été utilisée dans les déclinaisons récentes des limites planétaires au niveau de la Suisse³² et de l'Europe³³.

En savoir plus sur cet indicateur en page 72.

Indicateur n°4 : consommation d'eau bleue

L'empreinte hydrique concerne la consommation d'eau bleue soit l'eau douce, issue des précipitations atmosphériques qui s'écoule dans les cours d'eau jusqu'à la mer ou qui est recueillie dans les lacs et aquifères. L'empreinte hydrique correspond à l'eau bleue consommée par l'UNIL de manière directe et indirecte (tout au long de la chaîne de production des biens consommés par l'UNIL). Elle est exprimée en mètres cubes par an, ci-après m³/an.

La variable de contrôle associée à cet indicateur est également exprimée en mètres cube d'eau bleue, conformément à la proposition initiale de Rockström et al. (2009). Le cycle hydrologique étant très dépendant des conditions locales, la valeur seuil globale fixée par Rockström est complétée d'une valeur cible locale, liée aux enjeux de partage de l'eau bleue au sein du bassin versant du Rhône.

En savoir plus sur cet indicateur en page 74.

Quadrant écologique-local

Les indicateurs choisis au niveau écologique-local sont des indicateurs d'état de l'écosystème local. Il faut noter que l'état du réseau hydrographique, de la qualité de l'air ou de la biodiversité sur le campus de Dorigny est indissociable de la situation à l'extérieur du campus. La pollution générée dans l'Ouest lausannois a, par exemple, une incidence directe sur la qualité de l'air respiré sur le campus.

	Thématique du Donut UNIL	Indicateur	Source principale de l'indicateur	Fiabilité de la valeur seuil
Écologique local	N°5 Qualité de l'air local	Nombre de jours cumulés dans l'année où la pollution de l'air (PM _{2,5} , NO ₂ , O ₃) dépasse les seuils de l'OMS (2021) sur le campus de Dorigny	OMS	Très fiable Fixée par groupes d'expert-es, à partir de revues de littérature scientifique
	N°6 Qualité du réseau hydrographique local	Qualité physico-chimique de la rivière Chamberonne: teneur en macronutriments, teneur en pesticides	SMG Suisse	Fiable Seuil politique informé par un comité d'expert-es scientifiques
		Qualité biologique de la rivière Chamberonne: diversité et abondance des invertébrés benthiques (IBCH)		Fiable Seuil politique informé par un comité d'expert-es scientifiques
	N°7 Qualité des sols locaux	Part de sol artificialisé (en % de la surface totale du campus de Dorigny)	CCD (UNIL)	Peu fiable Nombre limité de références
	N°8 Qualité de la biodiversité locale	Diversité et abondance de l'avifaune sur le campus de Dorigny (indicateur multispécifique des espèces nicheuses, sans unité)	Plan de monitoring de la biodiversité de l'UNIL ³⁴	- (Pas de valeur seuil)

Tableau 7 : indicateurs écologiques-locaux sélectionnés pour le Donut UNIL.

Indicateur n°5: exposition à la pollution de l'air

La qualité de l'air est exprimée par un indicateur d'état relatif à la surexposition des usagers-ères du campus de Dorigny aux trois polluants atmosphériques « classiques » : ozone (O₃), particules fines (PM_{2,5}) et dioxyde d'azote (NO₂).

Il s'agit d'un indicateur agrégé qui cumule le nombre de jours dans l'année où la pollution de l'air dépasse les seuils de l'Organisation mondiale de la santé (OMS)³⁵ sur le campus de Dorigny. Le nombre de jours de surexposition par polluant (PM_{2,5}, NO₂, O₃) – au cours d'une année – est additionné, sans tenir compte de la probable surexposition à deux ou trois polluants différents au cours de la même journée. Cet indicateur est un marqueur du risque pour la santé humaine.

En savoir plus sur cet indicateur en page 77.

Indicateur n°6 : qualité physico-chimique et biologique de la rivière Chamberonne

La qualité du réseau hydrographique local est illustrée par la qualité de la rivière Chamberonne, qui traverse le campus principal de l'UNIL (Dorigny). Plus spécifiquement, la qualité de la rivière est mesurée par deux indicateurs relatifs à la qualité physico-chimique et biologique de l'eau.

La qualité physico-chimique de la rivière est illustrée par la plus mauvaise note (entre *mauvaise* et *très bonne*) attribuée à :

- La concentration en macropolluants (nutriments) dans l'eau de la rivière, sur le campus universitaire ;
- La concentration en pesticides (micropolluants) dans l'eau de la rivière, sur le campus universitaire.

La qualité biologique de la rivière est mesurée à travers l'Indice biotique suisse (IBCH) à la station de mesure située sur le campus universitaire.

En savoir plus sur cet indicateur en page 82.

Indicateur n°7 : part de sol artificialisé

La fonctionnalité des sols locaux est exprimée par son taux de surface artificialisée, car un sol artificialisé n'assure que partiellement – ou n'assure plus – ses fonctions naturelles : régulation du cycle de l'eau, maintien de la biodiversité, production agricole, captage du CO₂, etc. (tTableau 31). L'indicateur retenu est donc obtenu en rapportant la surface artificialisée à la surface totale du campus principal de l'UNIL (Dorigny).

Les surfaces artificialisées comprennent :

- Les surfaces imperméables ;
- Les surfaces semi-perméables compactées ou minérales ;
- Les terrains de sport, y compris engazonnés.

En savoir plus sur cet indicateur en page 85.

Indicateur n°8 : Diversité et abondance de l'avifaune sur le campus de l'UNIL

L'état de la biodiversité sur le campus principal de l'UNIL (Dorigny) est renseigné par un marqueur de l'état global de l'infrastructure écologique, à savoir l'état des populations d'oiseaux. Cet indicateur multispécifique relève les espèces d'oiseaux nicheurs sur le campus de Dorigny, suivant la méthode du monitoring des oiseaux nicheurs répandus (MONiR)³⁶. Les résultats sont normalisés en indice sans unité.

En savoir plus sur cet indicateur en page 89.

Quadrant social-local

L'état des cinq thématiques du socle social de l'UNIL est influencé par un certain nombre de paramètres psycho-sociaux, qui seront eux-mêmes mesurables par un set d'indicateurs d'état.

Ces paramètres psycho-sociaux sont regroupés dans le tableau 8, mais le set d'indicateurs qui permettra de les mesurer est encore en cours de construction.

	Thématique du Donut UNIL	Paramètres psycho-sociaux
Social-local	N°9 Cohésion sociale au sein de la communauté universitaire	Capital social cognitif : soutien social, confiance sociale, confiance institutionnelle et identification sociale
		Valeurs partagées
		Réseau social
		Privation relative
	N°10 Inclusion sociale et égalité au sein de la communauté universitaire	Discriminations et inégalités
		Participation à la vie sociale
		Solitude
	N°11 Pouvoir d'agir des membres de la communauté universitaire	Pouvoir d'agir (individuel) sur son travail, ses études
		Pouvoir d'agir (individuel) sur sa vie, son futur
		Pouvoir d'agir (collectif) dans la société face aux enjeux socio-écologiques
	N°12 Sécurité socio-économique des membres de la communauté universitaire	Absence de précarité monétaire
		Absence de précarité liée au logement, à l'alimentation, aux soins
		Absence de précarité liée à l'emploi
		Sécurité physique et morale
		Perception de l'environnement
	N°13 et 14 Santé mentale et physique des membres de la communauté universitaire	État de santé physique (absence de maladie)
		Satisfaction dans la vie
		Activité physique
		Qualité du sommeil
		Charge mentale liée au travail, aux études
		Isolement social et affectif
		Burn-out et dépression, éco-anxiété

Tableau 8 : paramètres psycho-sociaux exerçant une influence majeure sur l'état des thématiques sociales-locales du Donut UNIL. Ces paramètres psycho-sociaux seront ultérieurement assortis d'indicateurs spécifiques.

En savoir plus sur ces thématiques et paramètres psycho-sociaux en pages 91 à 94.

Quadrant social-global

L'indicateur choisi pour ce quadrant regroupe toutes les formes d'esclavage moderne reconnues par l'Organisation des Nations unies (ONU) et qui sont associées au domaine du travail (travail forcé, travail des enfants, mauvaises conditions de travail, etc.). Ceci exclut les formes d'esclavage moderne associées au milieu domestique privé (violences conjugales, mariage forcé, etc.).

Indicateur n°15: esclavage moderne importé

Il s'agit d'un indicateur agrégé proposé par Shilling et al. (2021) qui est exprimé en nombre de personnes potentiellement touchées par au moins une forme d'esclavage moderne au sein de la chaîne d'approvisionnement des biens consommés à l'UNIL.

En savoir plus sur cet indicateur en page 94.

1.3. Le Donut UNIL: un outil de diagnostic

Les deux étapes qui précèdent, la formulation des thématiques de transition selon la matrice à quatre quadrants puis la sélection des indicateurs associés, permettent de construire une déclinaison du modèle du Donut spécifique à l'UNIL (figure 2).

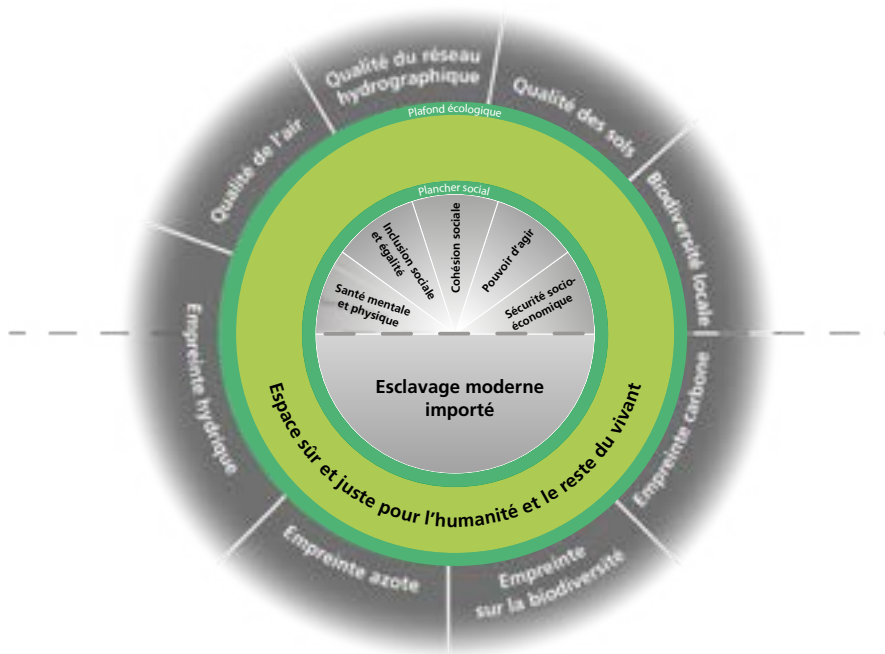


Figure 2 : le modèle du Donut décliné à l'Université de Lausanne. CCD (UNIL), 2023.

Cette version du Donut (figure 2) tient compte du contexte socio-écologique local propre à l'UNIL et permet de mettre en regard les impacts de l'UNIL avec le plafond et le plancher qui bornent l'espace sûr et juste pour l'humanité et le reste du vivant. Il s'agit d'un outil conceptuel pour établir un diagnostic complet de l'état socio-écologique de l'UNIL.

La suite de ce rapport décrit comment l'état de ce Donut a été quantifié.

Zoom sur

Les indicateurs : Du Donut au monitoring de la transformation

L'opérationnalisation du modèle du Donut nécessite de mobiliser plusieurs types d'indicateurs afin de répondre à un double objectif :

- Quantifier l'état actuel et l'état souhaitable à atteindre, de manière à mettre en évidence l'ampleur du chemin à parcourir ;
- Évaluer, dans la durée, l'impact des mesures qui seront entreprises à l'UNIL pour rentrer dans le Donut.

Construire le Donut UNIL

Dans un premier temps, il s'agit de renseigner l'état actuel de l'UNIL au regard de l'objectif général de « faire entrer les impacts des activités de l'UNIL dans le Donut ». Cela implique d'associer à chacune des 15 thématiques du Donut UNIL, un ou plusieurs indicateurs, qui respectent les critères suivants³⁷ :

- Les indicateurs du Donut UNIL sont **comparables** à d'autres régions ou pays, bien que le niveau de spécificité locale puisse varier d'un quadrant à l'autre ;
- Ils sont **scientifiquement rigoureux** et conformes aux cadres théoriques des limites planétaires et des besoins humains fondamentaux liés au modèle du Donut de Raworth ;
- Ils sont **quantitatifs**, ou a minima représentables sur une échelle d'évaluation, afin de permettre une représentation graphique sous forme de Donut (état actuel comparable à une valeur cible).

À ces trois critères s'ajoute l'impératif de produire un nombre d'indicateurs raisonnable permettant une compréhension et une appropriation rapides de l'outil.

Enfin, un arbitrage est fait entre complexité de l'indicateur « idéal » et disponibilité des données au moment de la quantification. Conformément à la méthode du DEAL (2020), l'indisponibilité partielle et temporaire des données nécessaires à l'évaluation initiale de l'indicateur n'est pas considérée comme un critère éliminatoire pour l'indicateur en question³⁸.

La construction du set d'indicateurs du Donut UNIL est également guidée par le cadre conceptuel Pression-État-Réponse (Driving Forces-Pressures-State-Impacts-Responses framework³⁹, figure 3) qui permet de sélectionner quel type d'indicateur choisir parmi une multitude d'indicateurs placés à différents échelons de la chaîne de cause à effet.



Figure 3 : cadre conceptuel DPSIR, selon Kristensen (2004).

Ainsi, les indicateurs qui constituent le Donut UNIL sont principalement des indicateurs d'état (State) et de pression (Pressures). Dans le cas de l'évaluation des impacts de l'UNIL sur les limites planétaires, les indicateurs sélectionnés sont des indicateurs de pression. La thématique sur le changement climatique est, par exemple, illustrée par le biais des émissions de GES générant une pression sur l'élévation de la température globale.

Suivre l'évolution du Donut UNIL et l'efficacité des mesures adoptées

Pour suivre l'évolution du Donut UNIL au cours du temps, un système de monitoring des 15 thématiques sera mis en place. Il articulera deux sets d'indicateurs complémentaires à ceux du Donut :

- L'un suivra les activités de l'UNIL (Driving forces) les pressions qui agissent sur le dépassement du plafond écologique et le déficit en matière sociale ;
- L'autre suivra les moyens d'action adoptés par la Direction de l'UNIL (Responses), afin de mesurer leur efficacité sur les activités de l'Université et leurs impacts écologiques et sociaux.

La communauté UNIL

Dans certains secteurs, comme la mobilité ou l'alimentation, les impacts opérationnels de l'UNIL découlent directement des choix des membres de la communauté universitaire. Celle-ci comprend tous·tes les étudiant·es immatriculé·es (en formation initiale et continue) ainsi que toutes les personnes sous contrat avec l'UNIL. Les employé·es des prestataires de services actifs sur le campus de l'UNIL ainsi que les collaborateurs·trices d'institutions partenaires hébergées sur le campus et les visiteur·euses ne sont pas inclus·es aux périmètres d'analyse du Donut UNIL décrit dans le présent rapport.

Zoom sur

Le périmètre d'analyse du Donut UNIL

Le périmètre considéré pour mener l'état des lieux des impacts de l'UNIL comprend deux composantes complémentaires :

- Un périmètre spatial couvrant les trois sites principaux de l'UNIL à Lausanne (Dorigny, Bugnon-CHUV et Épalinges);
- Un périmètre sectoriel qui définit les activités liées au fonctionnement opérationnel de l'UNIL, dont les impacts sont intégrés dans le diagnostic.

Périmètre spatial

Le périmètre spatial du Donut UNIL comprend :

- Tous les bâtiments exploités par l'UNIL;
- + Tous les bâtiments intégralement occupés par des membres de l'UNIL;
- Les bâtiments partagés (avec le CHUV, l'EPFL, etc.) et occupés pour plus d'un tiers de la surface de plancher par l'UNIL;
- + Les espaces extérieurs entretenus par l'UNIL sur le campus de Dorigny.

+ Exception faite du bâtiment « CLE-F » du campus UNIL d'Épalinges.

+ Exception faite de l'esplanade située devant le bâtiment BU9 du campus Bugnon-CHUV.

Périmètre sectoriel

Les impacts liés au fonctionnement opérationnel de l'UNIL couvrent l'entièreté de la chaîne de production des biens et de l'énergie consommée par l'Université, dans les quatre secteurs suivants :

- L'alimentation;
- Les bâtiments et espaces verts;
- La mobilité;
- L'achat de biens de consommation et le traitement des déchets.

Les impacts indirects de la diffusion des savoirs et connaissances développés à l'UNIL, ou acquis via l'enseignement, sont exclus du périmètre du Donut UNIL. Ce sont les flux de matière et de personnes aujourd'hui mobilisés pour répondre à ces missions qui sont quantifiés et comparés aux limites écologiques de la planète.

De plus, bien que la littérature suggère que d'importantes émissions de gaz à effet de serre + pourraient être générées indirectement par les investissements financiers de l'UNIL et de ses collaborateur-trices, les placements financiers sont exclus du périmètre d'analyse du Donut UNIL pour deux raisons principales :

- L'absence de données consolidées relatives à l'impact du secteur financier sur l'ensemble des limites planétaires (érosion de la biodiversité, perturbations du cycle de l'azote et de l'eau, etc.) et relatives à ses impacts sociaux (notamment en matière d'esclavage moderne importé);
- + Les difficultés associées au calcul de l'empreinte carbone absolue des investissements financiers liés aux activités de l'UNIL (aujourd'hui indéterminée).

En savoir plus sur le périmètre d'analyse du Donut UNIL en page 106.

+ À titre d'exemple, le marché suisse des fonds en actions émet plus de 50 millions de tonnes de CO₂ eq. par an, soit l'équivalent des émissions territoriales du pays. Or ces investissements (300 milliards de francs suisses en 2015) ne représentent que 5% de l'ensemble des investissements réalisés sur la place financière suisse.

+ Aujourd'hui l'UNIL dispose d'une évaluation *relative* de son portefeuille d'investissement en termes d'impact environnemental et social comparé à un portefeuille d'investissement moyen. Pour obtenir une évaluation *absolue*, en kg de CO₂ eq., cela requiert une analyse précise des fonds financés sur une année et de la durée de chaque financement issu de l'UNIL.



Diagnostic général

Cette partie résume la méthode adoptée pour définir les valeurs cibles du Donut UNIL et l'état actuel des impacts de l'Université sur l'écosystème local et global. Les valeurs obtenues suivant cette méthodologie sont présentées succinctement ici, mais décrites plus amplement dans les parties 4 et 5 du présent document (pages 64 à 101).

Le cadre conceptuel du Donut ayant été décliné en un Donut spécifique à l'UNIL, il s'agit maintenant d'utiliser cet outil pour établir un diagnostic général de l'état socio-écologique de l'UNIL.

Ceci implique d'une part de définir, pour chaque indicateur, une valeur cible cohérente avec les notions de limites écologiques et de plancher social (1). Ces valeurs cibles sont choisies et calculées de manière à être cohérentes avec l'état actuel des connaissances scientifiques et avec le cadre théorique du Donut. Elles fixent pour chaque indicateur un degré d'impact considéré comme acceptable pour faire rentrer les impacts de l'UNIL dans le Donut.

D'autre part, établir un diagnostic implique de quantifier l'état actuel de la situation à l'UNIL pour chaque indicateur (2). La superposition de la valeur cible et de l'état actuel permettra de mettre en évidence, pour chaque indicateur, le chemin à parcourir pour *faire rentrer l'UNIL dans le Donut* (3).

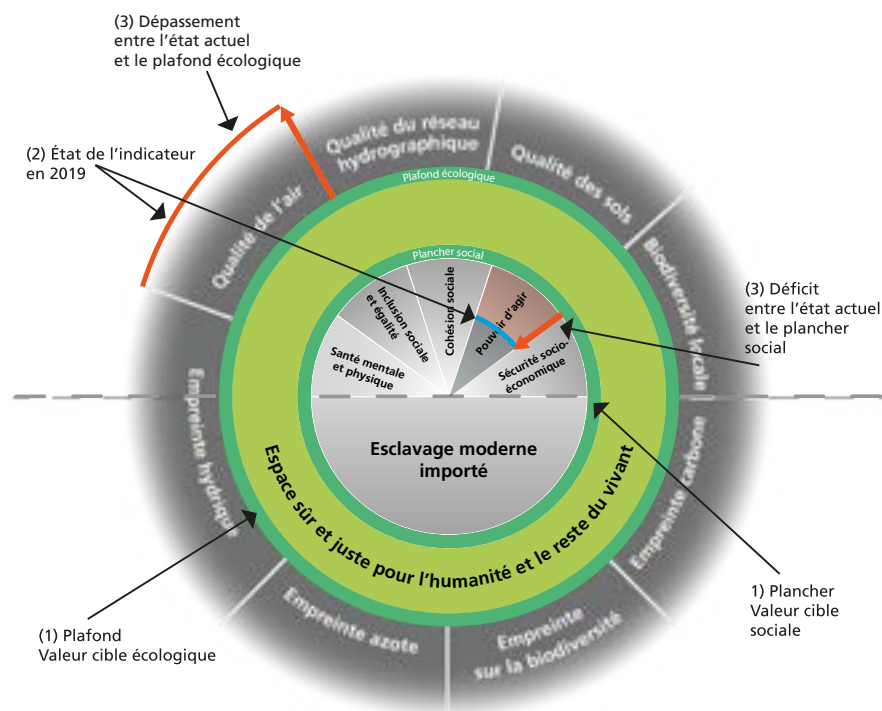


Figure 4: représentation schématique du Donut quantifié. CCD (UNIL), 2023.

Enjeux

Les valeurs cibles quantifient les seuils écologiques maximaux et les seuils sociaux minimaux à atteindre pour entrer dans le Donut. Ces valeurs sont choisies en cohérence avec le modèle du Donut, à savoir :

- Refléter les limites écologiques de la planète, au niveau global et local ;
- Quantifier les minima sociaux qu'il faudrait assurer aux personnes impactées par l'UNIL, à savoir les membres de la communauté universitaire (local) et les acteur-trices de la chaîne d'approvisionnement de l'Université (global).

À l'échelle globale, les valeurs cibles écologiques sont incarnées par la notion de « limite planétaire » de Rockström et al. (2019) : les valeurs cibles sont choisies suivant une méthode de déclinaison des limites planétaires à l'échelle de l'UNIL en 2050 (en savoir plus en page 41).

Plus spécifiquement, la valeur cible pour l'empreinte carbone de l'UNIL est calculée suivant une méthode qui prend en compte l'accumulation de GES dans l'atmosphère et qui implique de dessiner une courbe de réduction des émissions de GES entre 2019 et 2050, inspirée des recommandations du Groupe d'expert-es intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (en savoir plus en page 52).

À l'échelle locale, la notion de plafond écologique est plus difficile à quantifier et les évidences scientifiques sur les minima à conserver en matière de biodiversité, de qualité des sols, de l'eau et de l'air sont moins partagées. Rockström et al. (2009) puis Raworth (2012) ont produit des modèles globaux qui ne sont pas directement transposables à l'échelle locale : ainsi l'interprétation de la notion de « plafond écologique » au niveau local a mobilisé l'avis d'expert-es de chaque thématique et a conduit à fixer des valeurs cibles reconnues par des organismes scientifiques locaux ou internationaux (l'OMS pour la qualité de l'air ou la Commission internationale de protection des eaux du Léman (CIPEL) pour la qualité de l'eau, par exemple (en savoir plus par indicateur en page 64)). Les cibles ainsi obtenues ne sont pas nécessairement conformes à l'état de référence de l'Holocène adopté dans le modèle des limites planétaires qui est repris par Raworth dans son Donut initial, mais malgré ces limites, ces valeurs cibles locales sont adoptées pour cette première version du Donut de l'UNIL conformément à l'avis des expert-es mobilisé-es.

En outre, quantifier les minima sociaux à assurer aux membres de la communauté UNIL – dans le contexte universitaire en Suisse – et aux acteur-trices de la chaîne d'approvisionnement de l'institution est un exercice complexe et largement normatif (en savoir plus en page 113).

Quelques éléments de vocabulaire

Variable de contrôle

En recherche scientifique, une variable de contrôle est une valeur constante à laquelle est comparée l'évolution d'une variable, suivie au cours du temps. Dans le cadre des limites planétaires, les variables de contrôle sont des indicateurs liés à un processus biogéochimique global dont l'état connu au cours des 10'000 dernières années (ère de l'Holocène) a été stable. Dans leur publication initiale en 2009, Rockström et al. identifient neuf variables de contrôle qui forment le modèle des limites planétaires.

Valeur seuil

Valeur qui définit, pour chaque variable de contrôle, une frontière entre les conditions stables connues depuis le début de l'Holocène et un risque accru de basculement vers un autre état de stabilité. Dans le modèle des limites planétaires, les valeurs seuils globales définissent l'enveloppe que l'humanité ne devrait pas dépasser, au risque de basculer de manière irréversible vers un autre équilibre global qui aurait des « conséquences catastrophiques pour une large partie du monde »⁴². En fonction du processus observé, les valeurs seuils globales utilisées pour le Donut UNIL sont tantôt des budgets annuels, tantôt des budgets pluriannuels qui mesurent l'accumulation d'une pression dans l'écosystème Terre (accumulation de GES dans l'atmosphère, par exemple).

Budget écologique de l'UNIL

Le budget écologique de l'UNIL est la part de la valeur seuil globale attribuée à l'Université, suivant une clé de répartition explicitée dans la Figure 5. Cette notion n'est appliquée qu'au quadrant écologique-global, dans le cadre de la déclinaison des limites planétaires à l'échelle de l'UNIL.

Valeur cible

La valeur cible est la limite choisie pour fixer le plafond écologique et le plancher social du Donut UNIL : c'est une cible déterminée politiquement, mais jugée cohérente avec l'état des connaissances scientifiques actuelles.

Zoom sur

La construction du socle social de l'UNIL

La production du socle social du Donut UNIL (quadrant social-local) s'appuie sur l'expertise d'un groupe de travail interdisciplinaire composé de chercheur·euses, de représentant·es des étudiant·es et des services de l'UNIL. Ce groupe de travail a été constitué en octobre 2022, car la déclinaison du concept de plancher social à une institution académique ne peut s'appuyer sur aucune expérience préliminaire ou cadre théorique strict: le plancher social initial de Raworth est adapté à une échelle globale, mais pas nécessairement à un établissement public ancré dans un territoire possédant son contexte socio-économique propre. Pour décliner le concept de plancher social au contexte de l'UNIL, et ainsi contribuer à la recherche-action autour du modèle du Donut, il a paru opportun de bénéficier des expertises multidisciplinaires présentes au sein de l'Université.

Animé conjointement par un psychologue social et une spécialiste en durabilité, le groupe s'est réuni à plusieurs reprises afin de débattre et amender les propositions liées aux différentes phases de construction du plancher social de l'UNIL: choix des thématiques, des indicateurs associés, méthode d'évaluation de l'état actuel et de choix des valeurs cibles.

Les propositions ont ensuite été consolidées à travers des entretiens qualitatifs auprès des services de l'UNIL en charge de ces aspects⁴⁰ dans un double objectif: le premier étant de tester la pertinence des thématiques sélectionnées et le second étant d'obtenir un premier aperçu de l'état actuel de ce socle social à l'UNIL.

Les thématiques et paramètres psycho-sociaux associés, mentionnés dans ce rapport, résultent de la consultation du groupe de travail. Celui-ci a également établi que:

- Au regard de l'hétérogénéité des données existantes sur l'état du socle social à l'UNIL (résultats d'enquêtes récentes mais éparées, non longitudinales, spécifiques à une préoccupation précise ou à un contexte temporaire), celles-ci sont considérées comme insuffisantes pour renseigner l'état de la qualité de vie à l'UNIL, telle que définie dans le quadrant social-local du Donut UNIL;
- Les paramètres psycho-sociaux présentés dans le tableau 8 devront faire l'objet d'un suivi spécifique: en interne au sein des services de l'UNIL concernant certains indicateurs objectifs jugés pertinents pour renseigner l'état des paramètres psycho-sociaux concernés, et par enquête longitudinale au sein de la communauté universitaire pour les indicateurs subjectifs jugés nécessaires au suivi de l'état des thématiques sociales locales. *La liste d'indicateurs sociaux à suivre, par enquête ou récolte de données quantitatives, est en cours de construction;*
- Les seuils sociaux minimums associés à chaque thématique, ou paramètres psycho-sociaux, n'étant pas quantifiés dans la littérature scientifique (comme c'est le cas pour les limites planétaires), la réflexion interdisciplinaire doit donc se poursuivre pour définir la méthode de choix des valeurs cibles sociales du Donut UNIL. Plusieurs méthodes, plus ou moins participatives, sont envisagées (en savoir plus en page 113).

Dans ces conditions, ni l'état actuel des thématiques sociales-locales, ni les valeurs cibles associées ne sont intégrés dans cette première évaluation du Donut de l'UNIL. La suite du présent rapport est donc centrée sur le diagnostic écologique de l'UNIL.

Zoom sur

Des limites planétaires aux objectifs cibles de l'UNIL

+ Excepté pour l'indicateur relatif à l'érosion de la biodiversité globale, qui n'a pas été calculé à l'échelle de la Suisse ou du canton de Vaud.

La déclinaison des limites planétaires à l'UNIL

La déclinaison des valeurs seuils écologiques globales à l'échelle de l'UNIL, pour l'année 2050, nécessite une méthode d'allocation pour définir le budget écologique de l'UNIL (figure 5).

Les valeurs seuils globales retenues pour le Donut UNIL sont réparties équitablement par personne, au sein de la population mondiale projetée en 2050⁴¹ (conformément au principe d'allocation égalitaire) (1). Ce budget individuel pour 2050 est multiplié par la population projetée en 2050 dans le canton de Vaud (2), afin de définir le budget alloué au canton de Vaud, en 2050.

De plus, pour chaque indicateur écologique global, les impacts de l'UNIL en 2019 sont rapportés aux impacts du canton de Vaud en 2019, afin de définir la part actuelle de responsabilité de l'UNIL au sein du canton (3). Le budget de l'UNIL en 2050, pour chaque indicateur, est obtenu en multipliant la part actuelle de responsabilité de l'UNIL par le budget alloué au canton de Vaud en 2050 (4).

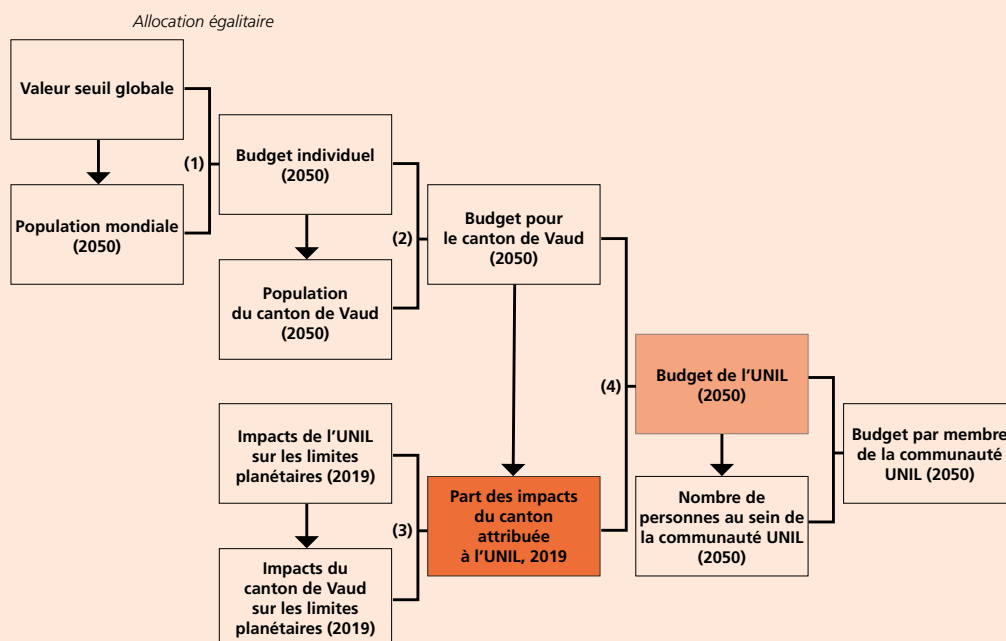


Figure 5 : règle d'allocation des limites planétaires à l'UNIL. CCD (UNIL), 2023.

Cette méthode définit le budget de l'UNIL suivant deux hypothèses majeures :

+ Conformément aux hypothèses de l'Office fédéral de la statistique (OFS), la méthode d'allocation adoptée considère que la communauté UNIL croît de manière proportionnelle à la croissance démographique en Suisse entre 2019 et 2050.

- La part du « budget écologique » du canton attribuée à l'UNIL reste stable entre 2019 et 2050 ;
- + La part de résident-es en Suisse étudiant à l'UNIL n'évolue pas entre 2019 et 2050.

À noter que l'allocation égalitaire par personne mobilisée ici est un principe d'allocation parmi d'autres : il n'existe aujourd'hui pas de consensus sur le meilleur principe d'allocation à employer. De plus, ce principe d'allocation fait abstraction des impacts passés.

En savoir plus sur l'allocation des limites planétaires à l'UNIL en page 114.

Du budget UNIL à la valeur cible du Donut

Dans le cas des indicateurs écologiques globaux, la valeur cible est exactement égale au budget de l'UNIL (tableau 6), sauf dans le cas des émissions de GES, où l'approche « budget » pluriannuel nécessite :

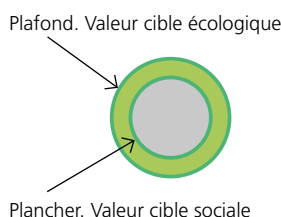
- De choisir des valeurs cibles intermédiaires pour dessiner la courbe de descente des émissions de GES ;
- D'opérer une distinction entre la réduction des émissions de GES (assortie de valeurs cibles) et l'équilibrage du bilan carbone net grâce au captage-stockage de carbone.

Limite planétaire	Variable de contrôle	Type de budget	Valeur seuil globale	Indicateur du Donut UNIL	Budget mondial	Budget pour l'UNIL (2050)	Valeur cible Donut UNIL (2050)
Changement climatique	Émissions de GES (en kg CO ₂ eq.)	Cumulatif	Entre 2020 et 2100 : 280-1'370 Gt CO ₂ eq. GIEC, AR6 (2023)	Empreinte carbone (en kg CO ₂ eq.)	Entre 2020 et 2100 : 280-1'370 Gt CO ₂ eq.	Entre 2019 et 2100 : 94'000-463'000 t CO ₂ eq.	2'118 t CO ₂ eq.
Érosion de la biodiversité globale	Biodiversity Intactness Index (en %)	Annuel	90% Steffen et al. (2015)	Empreinte sur la biodiversité globale (score de dommage potentiel à la biodiversité globale, sans unité)	195'000	0,09	0,09
Perturbations du cycle de l'azote	Azote perdu dans les milieux naturels (en kg N/an)	Annuel	47'600'000 t N/an Dao et al. (2015)	Empreinte azote (en kg N/an)	47'000'000 t N/an	25'396 kg N/an	25'396 kg N/an
Perturbations du cycle de l'eau	Consommation d'eau bleue (en m ³ /an)	Annuel	4'000 km ³ /an Steffen et al. (2015)	Empreinte hydrique (en m ³ /an)	4'000 km ³ /an	1'868'763 m ³ /an	< 1'868'763 m ³ /an

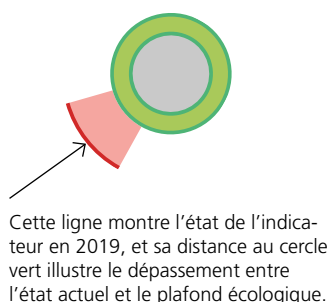
Tableau 9 : déclinaison des limites planétaires jusqu'aux valeurs cibles du Donut UNIL. Source : CCD (UNIL), 2023. Pour plus de détails sur les éléments contenus dans le tableau 8, se référer à la section 4 (pages 64 à 95).

Pour en savoir plus sur les calculs détaillés relatifs aux émissions de GES et sur la courbe de réduction des émissions de GES, voir pages 64-68.

2.1. Choix des valeurs cibles



2.2. État actuel des indicateurs



Valeurs cibles du Donut UNIL

Les valeurs cibles choisies pour le Donut UNIL sont rapportées dans le tableau 9. Ces valeurs cibles sont fixées pour l'année 2050, en cohérence avec la temporalité des politiques environnementales internationales (notamment climatiques) qui fixent des objectifs à l'horizon 2050 (complétés, le plus souvent, d'objectifs intermédiaires à 2030).

Pour plus de détails sur le choix des valeurs cibles, la méthode de calcul ou les hypothèses sous-jacentes, se référer à la section 4, pages 64 à 95.

Enjeux

Pour dessiner l'état du Donut UNIL, les valeurs cibles susmentionnées sont comparées à l'état des indicateurs en 2019. Cette étape nécessite de mobiliser des bases de données (locales, nationales et internationales) afin d'évaluer les impacts écologiques et sociaux de l'UNIL.

En évaluant son impact au regard des limites planétaires et en se fixant des valeurs cibles compatibles avec celles-ci, l'UNIL mène une évaluation environnementale absolue, en opposition à l'évaluation environnementale relative : elle compare les impacts de l'UNIL à la capacité de charge de l'écosystème Terre⁴³, au lieu de décrire l'évolution des impacts de l'UNIL au cours du temps (sans seuils absolus auxquels les comparer). Pour conduire son diagnostic, l'UNIL réalise une analyse de ses flux de matière et d'énergie qui permet de quantifier les pressions générées par les activités de l'Université (mobilité, production de biens de consommation, etc.) sur les limites planétaires. Cette méthode d'analyse de cycle de vie (ACV) est décrite en annexe (en savoir plus en pages 116 à 128).

Une méthode similaire, couplée à une base de données dédiée aux indicateurs sociaux, permettra de quantifier ultérieurement le risque d'esclavage moderne généré par les activités de l'UNIL (lorsque les bases de données internationales seront fiabilisées) (en savoir plus en page 129).

À l'échelle locale, l'état actuel des indicateurs écologiques locaux est défini grâce à une revue de littérature et récolte des données locales auprès d'organismes de suivi de qualité de l'environnement (comme la Direction générale de l'environnement de l'État de Vaud). En cas d'indisponibilité immédiate des données pour renseigner l'état des indicateurs, une évaluation en deux temps est privilégiée :

- Une évaluation à court terme, basée sur des données incomplètes ou moins récentes, dont les limites en termes de robustesse scientifique sont soulignées dans les pages suivantes ;
- Une identification des données manquantes dont la production nécessite davantage de moyens ou de recherche, mais qui permettront d'affiner le diagnostic lors d'une actualisation du Donut UNIL.

État actuel des indicateurs du Donut UNIL

L'état des indicateurs du Donut UNIL pour l'année de référence 2019 est rapporté dans le tableau 10 ci-après.

Pour plus de détails sur les calculs associés au diagnostic, leur méthode et limites, se référer à la section 5, pages 98 à 101.

Thèmes du Donut UNIL	Indicateur		Valeur cible pour 2050	État des indicateurs en 2019
n°1 Changement climatique	Émissions de GES directes et indirectes (bâtiments, mobilité, alimentation, biens de consommation) en t. CO ₂ eq. /an		≤ 2'118	42'362
n°2 Érosion de la biodiversité globale	Score de dommages potentiels à la biodiversité (sans unité)		≤ 0,09	2,64
n°3 Perturbations du cycle de l'azote	Pertes d'azote agricole dans les milieux naturels (air, eau), en kg N/an		≤ 25'396	53'876
n°4 Perturbations du cycle de l'eau	Consommation d'eau bleue, en milliers de m³/an	Globale	< 1'869	992
		Régionale	Inconnue	46
n°5 Qualité de l'air local	Exposition à la pollution de l'air (en nombre de jours)		≤ 6	216
n°6 Qualité du réseau hydrographique local	Qualité physico-chimique de la rivière Chamberonne: teneur en macronutriments, teneur en pesticides		≥ Bon état	Mauvais
	Qualité biologique de la rivière Chamberonne: IBCH		≥ Bon état	Moyenne
n°7 Qualité des sols locaux	Surface artificialisée en % de surface totale du campus de Dorigny		≤ 32%	39%
n°8 Biodiversité locale	Diversité et abondance de l'avifaune sur le campus de Dorigny (indicateur multispécifique des espèces nicheuses, sans unité)		> 100	100
n°9 Cohésion sociale au sein de la communauté universitaire	Capital social cognitif et valeurs partagées au sein de la communauté		À définir	Non quantifié
n°10 Inclusion sociale et égalité au sein de la communauté universitaire	Participation à la vie sociale et absence de discriminations de tout ordre		À définir	Non quantifié
n°11 Pouvoir d'agir des membres de la communauté universitaire	Pouvoir d'agir individuel et collectif sur sa vie, son travail, ses études et face aux enjeux socio-écologiques globaux		À définir	Non quantifié
n°12 Sécurité socio-économique des membres de la communauté universitaire	Sécurité physique et morale, absence de toute forme de précarité matérielle		À définir	Non quantifié
n°13 Santé mentale des membres de la communauté universitaire	Sentiment de bien-être et de satisfaction ressenti		À définir	Non quantifié
n°14 Santé physique des membres de la communauté universitaire	État de santé physique		À définir	Non quantifié
n°15 Esclavage moderne importé	Risque d'esclavage moderne importé dans la chaîne d'approvisionnement, en nombre de personnes potentiellement touchées		À définir	Non quantifié

Tableau 10 : synthèse des résultats du Donut UNIL : valeurs cibles et état des indicateurs en 2019. CCD (UNIL), 2023.

2.3. Le Donut UNIL en 2019

En comparant les valeurs cibles avec l'état actuel des indicateurs, se dessine le Donut UNIL valable pour l'année 2019.

Le dépassement du plafond écologique est dessiné suivant une échelle logarithmique afin de faciliter la lecture des résultats. Les thématiques pour lesquelles la valeur cible ou l'état actuel sont inconnus à l'heure actuelle sont grisées.

Les données actuellement disponibles montrent que les activités de l'UNIL en 2019 dépassent, de loin, la majorité des indicateurs du plafond écologique au niveau local et global. Les limites les plus critiques sont relatives à l'érosion de la biodiversité globale et au changement climatique générés par les activités de l'UNIL. Au niveau local, la qualité de l'air sur le campus de Dorigny dépasse amplement le plafond écologique fixé suivant les recommandations de l'OMS.

La partie suivante analyse en détail les résultats du diagnostic écologique, notamment par une approche sectorielle, afin d'identifier les orientations prioritaires pour la Stratégie de transition de l'UNIL.

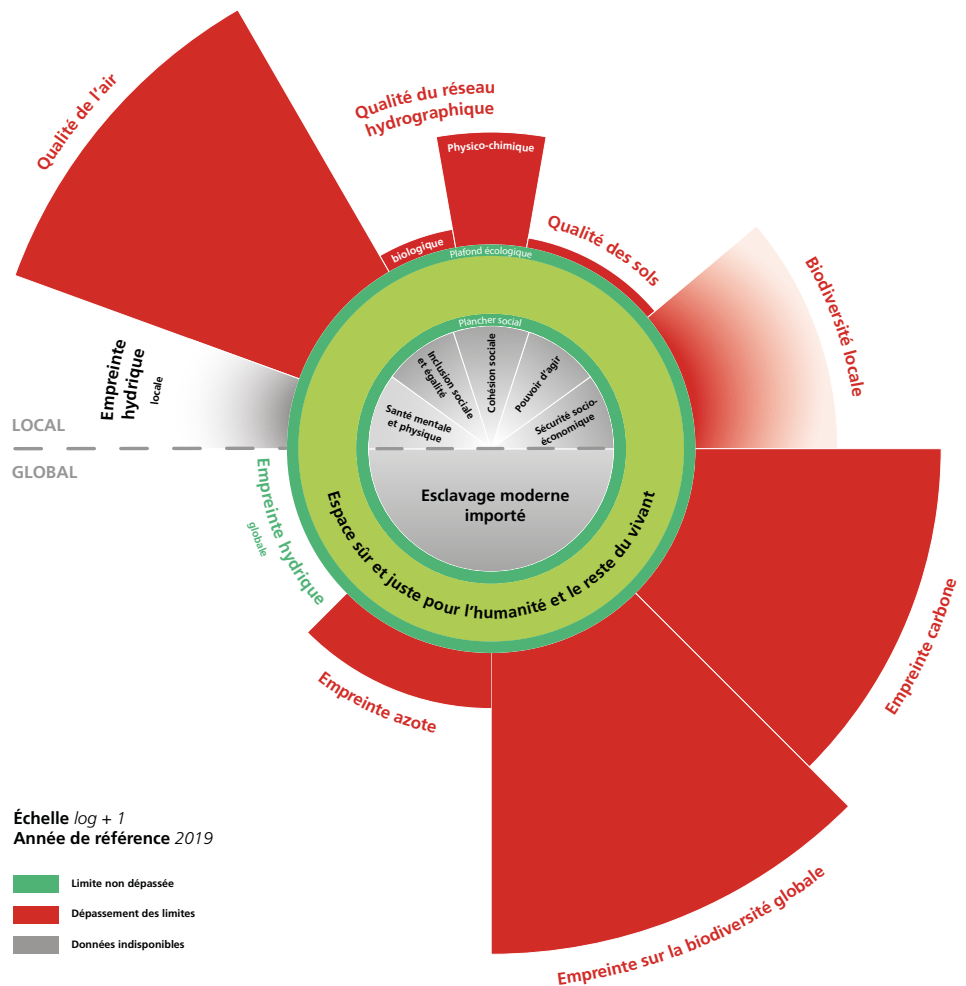


Figure 6 : le Donut UNIL, quantifié pour l'année 2019. CCD (UNIL), 2023.

Zoom sur

La responsabilité et le pouvoir d'influence de l'UNIL sur ses impacts

Le Donut UNIL quantifie les impacts générés par la réalisation des missions de l'UNIL (recherche, enseignement et services à la société). Le périmètre d'analyse intègre toutes les activités de l'UNIL qui engendrent des impacts sur l'environnement (sauf exceptions, voir tableau 42).

Le diagnostic ainsi réalisé permet de définir les orientations prioritaires de la Stratégie de transition de l'UNIL afin de réduire rapidement et efficacement les impacts de l'institution. À ce stade, deux interrogations apparaissent :

1. L'UNIL est-elle responsable de l'état de tous les paramètres intégrés au Donut UNIL ?

Dans l'ensemble, oui, car l'UNIL considère qu'elle est responsable de l'ensemble des flux de matière et d'énergie associés à ses activités, y compris ceux qui relèvent de choix individuels des membres de sa communauté : mobilité pendulaire, consommation de nourriture sur le temps de travail (achetée dans les cafétérias de l'UNIL et en dehors), ordinateurs privés des étudiant·es, etc. (en savoir plus en page 108). Ce positionnement, également adopté par l'Université d'Oxford dans l'évaluation de ses impacts écologiques⁴⁴, permet d'obtenir une vision globale des impacts de l'UNIL, tout en cherchant à maximiser sa capacité d'action pour les réduire : sans quantification des impacts, y compris ceux issus d'activités où l'UNIL dispose d'une faible marge d'action, alors l'Université ne disposerait, ni d'une vue d'ensemble de ses impacts, ni des outils d'aide à la décision concernant ces postes.

Au niveau local, les incertitudes dues au manque de données concernant les impacts de l'UNIL sur les écosystèmes locaux ont amené à choisir des indicateurs qui dépassent, parfois, l'approche impact. Ces indicateurs d'état illustrent l'état absolu de la qualité de l'air ou de l'eau des rivières, sans distinguer la part de responsabilité de l'UNIL dans celle-ci. Dans ce cas précis, la responsabilité du dépassement du plafond écologique est partagée entre l'UNIL, qui génère des impacts non quantifiés à ce jour, et d'autres acteur·trices du territoire (secteur agricole, trafic routier dans l'agglomération, industries, etc.)

2. L'UNIL a-t-elle une marge de manœuvre suffisante et équivalente sur l'ensemble des paramètres mesurés dans le Donut UNIL ?

La marge de manœuvre de l'UNIL pour agir sur les différents indicateurs du Donut est variable : même si l'ensemble des impacts de l'Université sont placés sous sa responsabilité, les résultats du diagnostic sont analysés sous l'angle de la capacité d'influence de l'UNIL pour agir. Cette approche, inspirée de l'étude réalisée à l'Université d'Oxford⁴⁵, définit trois sphères d'influence suivant l'origine du financement de l'activité et suivant les moyens d'action mobilisables par l'UNIL pour agir sur celle-ci.

Zoom sur

Les trois sphères d'influence de l'UNIL

1

Sphère d'influence n°1

L'UNIL a une influence directe sur l'activité, car c'est elle qui la finance. Elle peut donc produire des directives, des mesures internes pour contraindre les activités placées dans la sphère d'influence n°1.

Exemple

Les achats financés directement par l'UNIL.

2

Sphère d'influence n°2

L'UNIL a une influence indirecte sur l'activité, car ce n'est pas elle qui la finance. La réduction des impacts liés aux activités placées dans la sphère d'influence n°2 dépend partiellement des choix des membres de la communauté UNIL ou de parties-tiers.

L'UNIL peut néanmoins influencer les comportements en prenant des mesures incitatives qui vont contraindre, sans interdire, certaines activités. Ou alors, l'UNIL peut négocier à la marge avec des parties-tiers extérieures.

Exemple

Fixer contractuellement la part d'offre végétarienne servie par les exploitants des cafétérias universitaires.

3

Sphère d'influence n°3

L'UNIL possède un pouvoir d'influence très faible sur les activités placées dans la sphère n°3: elle peut sensibiliser, informer sa communauté et des parties-tiers sur les impacts de ces activités ou offrir des services à sa communauté pour faire évoluer les comportements individuels.

Exemple

les repas consommés à l'UNIL mais apportés de l'extérieur.

La répartition des activités par sphère d'influence est détaillée dans le tableau 36.



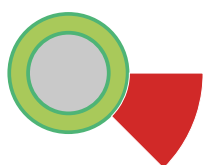
Analyse
des résultats

La présente partie vise à analyser les résultats du diagnostic de l'UNIL au regard des différents secteurs d'activité de l'Université. L'analyse est centrée sur les impacts les mieux quantifiés et attribuables à des activités précises, à savoir les impacts écologiques globaux de l'UNIL. Le périmètre d'analyse qui aboutit aux résultats mentionnés ci-après est décrit en page 34.

3.1. Analyse des impacts de l'UNIL sur les limites planétaires

L'exercice de quantification des impacts de l'UNIL sur les limites planétaires présente des limites liées à des lacunes concernant la connaissance des activités opérées à l'UNIL, à des hypothèses et approximations dans la méthode d'analyse de flux de matière et au recours à une base de données qui présente ses propres limites, hypothèses, lacunes et approximations. Il en résulte un diagnostic cohérent par rapport aux résultats d'exercices similaires (menés à l'Université d'Oxford par exemple), mais dont les résultats – en valeur absolue – sont à interpréter avec réserve.

Impacts sur le changement climatique



En 2019, l'UNIL a émis environ 42'000 tonnes de CO₂ eq. : c'est plus de 20 fois la valeur cible fixée pour 2050, en matière d'émissions de gaz à effet de serre (GES) (tableau 13). Plus d'un tiers des émissions GES de l'UNIL sont associées à la mobilité (pendulaire et professionnelle). À eux seuls, les déplacements en avion représentent plus de 20% des émissions de GES totales de l'UNIL, soit un peu plus que l'impact de toute l'alimentation consommée par les membres de l'UNIL sur leur temps d'étude / de travail.

L'achat de biens de consommation et le traitement des déchets constituent le deuxième poste d'émissions de GES : notamment, le matériel et les ressources liés à la recherche en laboratoire représentent 15% des émissions de GES de l'UNIL. De plus, le chauffage et l'électricité des bâtiments représentaient en 2019 respectivement 13% et 7% des émissions de GES de l'UNIL.

- 1**
Sphère 1 influence directe, par exemple les prestations traiteurs financées par l'UNIL.
- 2**
Sphère 2 influence indirecte, par exemple l'offre végétarienne dans les cafétérias.
- 3**
Sphère 3 influence partielle, par exemple les repas consommés à l'UNIL apportés de l'extérieur.

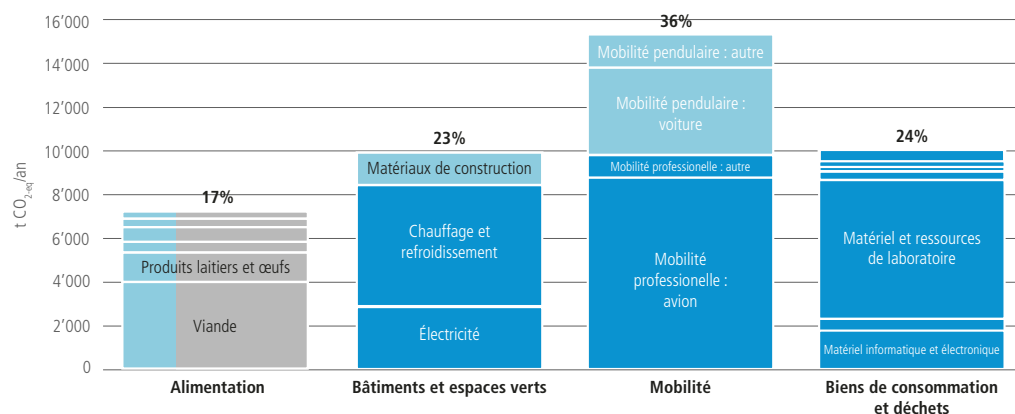


Figure 7 : émissions de GES de l'UNIL par secteur. Année de référence: 2019. CCD (UNIL), 2023.

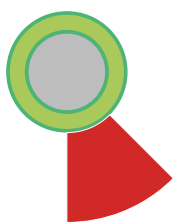
En outre, la figure 7 montre que deux tiers des émissions de GES de l'UNIL se trouvent dans la sphère d'influence directe de l'UNIL (sphère N°1). + 20% et 14% des émissions totales de GES de l'UNIL sont attribuées aux sphères d'influence indirectes, respectivement n°2 et n°3.

Pour atteindre la valeur cible fixée pour 2050, les mesures de transition écologique doivent donc influencer la sphère n°1, mais également – au moins partiellement – les sphères d'influence indirectes (n°2 et 3). Les repas des membres de la communauté UNIL apportés depuis l'extérieur et les ordinateurs des étudiant·es représentent les principaux postes d'émissions de GES, sur lesquels l'UNIL dispose d'une faible marge d'action (sphère n°3).

En savoir plus sur cet indicateur en page 64.

+ Voir la notion de sphère d'influence page 47 et le détail des postes par sphère d'influence Tableau 40.

Impacts sur la biodiversité globale



1

Sphère 1 influence directe, par exemple les prestations traiteurs financées par l'UNIL.

2

Sphère 2 influence indirecte, par exemple l'offre végétarienne dans les cafétérias.

3

Sphère 3 influence partielle, par exemple les repas consommés à l'UNIL apportés de l'extérieur.

En 2019, l'UNIL génère une empreinte sur la biodiversité globale (sans unité) de 2,64: ceci dépasse de 30 fois le plafond écologique attribué à l'UNIL en matière d'impact sur la biodiversité.

Plus de 40% des impacts de l'UNIL sur la biodiversité globale sont liés à l'achat de biens de consommation, en raison de la destruction des habitats et des diverses pollutions liées à l'extraction et la transformation des ressources nécessaires à la production des biens.

Les trois autres grands secteurs (alimentation, bâtiments et mobilité) représentent chacun un peu moins de 20% des impacts de l'UNIL sur la biodiversité. Au sein de ces secteurs, la consommation de viande, l'électricité et les déplacements pendulaires en voiture représentent chacun environ 10% des impacts de l'UNIL.

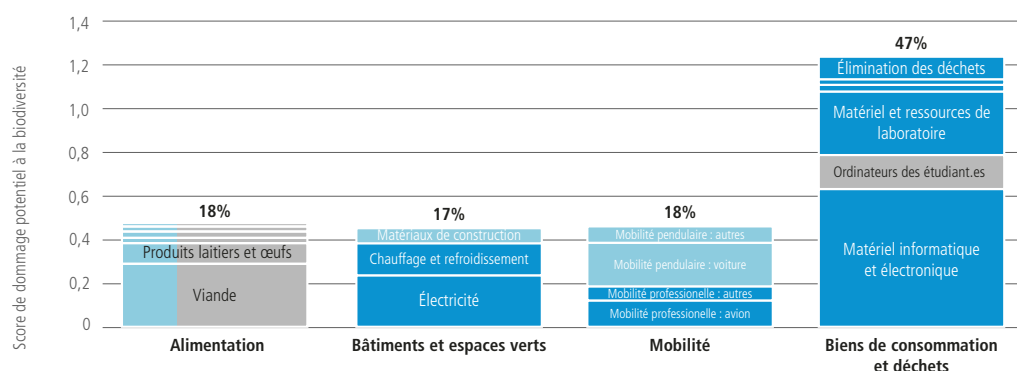


Figure 8 : empreinte sur la biodiversité globale de l'UNIL par secteur. Année de référence : 2019.CCD (UNIL), 2023.

La figure 8 montre qu'environ deux tiers des impacts de l'UNIL sur la biodiversité globale relèvent de la sphère d'influence directe de l'Université (sphère n°1). Le reste des impacts de l'UNIL est également réparti entre les sphères n°2 et n°3 (respectivement 18% et 19%). Les repas des membres de la communauté UNIL apportés depuis l'extérieur et les ordinateurs des étudiant-es représentent les principaux postes d'impact sur la biodiversité globale, sur lesquels l'UNIL dispose d'une faible marge d'action (sphère n°3).

En savoir plus sur cet indicateur en page 68.

Zoom sur

La courbe de descente des émissions de gaz à effet de serre de l'UNIL

Pour rentrer dans le Donut, l'UNIL vise à respecter les recommandations des scientifiques du GIEC face au changement climatique.

La lutte contre le changement climatique nécessite de limiter la concentration de GES qui s'accumulent dans l'atmosphère: on parle alors de budget carbone pluriannuel, où sont additionnées les émissions au cours du temps. Plus les activités humaines continuent à émettre de GES, plus le budget restant pour limiter le changement climatique à moins de 2°C diminue.

Cela signifie que fixer un objectif de réduction des émissions de GES pour une date donnée (2050 par exemple) ne suffit pas: si les émissions mondiales de GES continuaient à augmenter jusqu'en 2049 puis tombaient brutalement à zéro en 2050, la concentration en GES dépasserait le seuil associé à un réchauffement global de 2°C même si la « neutralité carbone » était atteinte. Ainsi, les politiques climatiques nécessitent des valeurs cibles avec des paliers de réduction réguliers traductibles en règle de descente des émissions de GES.

En savoir plus sur les impacts de l'UNIL sur le changement climatique et les objectifs visés en page 64.

+ Le concept de neutralité carbone, centré sur le bilan d'émissions de dioxyde de carbone (CO₂), est étendu à tous les gaz à effet de serre pour l'Université de Lausanne: l'impact de l'UNIL sur le changement climatique et les objectifs associés sont donc calculés en CO₂ équivalent (incluant l'impact des gaz à effet de serre autres que le CO₂).

Qu'est-ce que la « neutralité carbone » ?

Le GIEC définit la neutralité carbone comme une situation « zéro émissions nettes » de CO₂. Fragnière et Thalmann précisent que, pour atteindre celle-ci, « les émissions résiduelles de CO₂ sont « neutralisées » par le retrait permanent de la même quantité de CO₂ de l'atmosphère, autrement dit par une même quantité « d'émissions négatives ». La neutralité carbone signifie que, après les avoir réduites selon une trajectoire bien définie, l'émetteur retire de façon permanente de l'atmosphère une quantité égale à ses émissions sur la même période ou contribue de façon essentielle à ce que des tiers le fassent à sa place »⁴⁶.

Ainsi, les émissions cumulées de l'UNIL entre 2020 et 2050 ne doivent pas dépasser le budget total de GES attribué à l'Université. Pour calculer celui-ci, nous nous appuyons sur les « budgets carbone » mondiaux qu'il ne faut pas dépasser pour limiter le réchauffement climatique global à 1,5°C ou 2,0°C (conformément à l'Accord de Paris signé par la Suisse).

+ Le budget annoncé par le GIEC est plus précisément compris entre 500 et 1'150 tonnes de CO₂, présenté avec une incertitude de +/- 220 tonnes de CO₂ eq. liée à l'impact des autres GES (hors CO₂). Il en résulte un budget global de GES, comprenant les incertitudes, compris entre 280 à 1'370 tonnes de CO₂ eq. considéré dans les présents calculs. En savoir plus en page 65.

+ La valeur seuil globale identifiée par le GIEC, en matière d'émissions de GES accumulées dans l'atmosphère à partir de 2020, est comprise entre 280 et 1'370 millions de tonnes de CO₂ eq.: elle vise à limiter le réchauffement climatique global entre +1,5°C et +2,0°C (par rapport à la période 1850-1900), avec des probabilités plus ou moins élevées d'y arriver (respectivement 50% et 67%).

Conformément à la règle d'allocation des limites planétaires à l'UNIL (Figure 5), le budget attribué à l'UNIL entre 2020 et 2100 équivaut respectivement à deux et dix ans d'émissions actuelles de l'UNIL, suivant l'objectif climatique visé (+1,5°C ou +2,0°C, voir tableau Tableau 13). Cela signifie que, en 2023, le budget carbone de l'UNIL – pour avoir 50% de chance de limiter le réchauffement climatique à 1,5°C – est déjà dépassé. De plus, réduire les émissions de GES de l'UNIL aussi rapidement que nécessaire pour participer à l'objectif climatique le moins ambitieux (+2,0°C, 67%), paraît infaisable si l'UNIL souhaite poursuivre à intensité équivalente ses activités de recherche et d'enseignement au cours des prochaines années. Aussi, un budget cible et des valeurs cibles intermédiaires sont choisis suivant un arbitrage entre les impératifs de réduction des GES dans l'atmosphère, le potentiel réaliste d'émissions négatives pour équilibrer le bilan de l'UNIL et la faisabilité (malgré tout ambitieuse) des changements à opérer

+ Le budget carbone restant pour l'UNIL est calculé à l'année 2019, suivant le budget carbone mondial restant, sans prendre en compte les émissions historiques de l'UNIL. Toutes les émissions, directes et indirectes, de l'UNIL sont incluses dans les calculs.

entre 2023 et 2030.

Les valeurs cibles choisies pour réduire les émissions de l'UNIL correspondent aux trajectoires proposées par le GIEC (scénario C1a, AR6, 2021), soit -50% d'émissions de GES d'ici 2030 et -95% d'émissions d'ici 2050. Ces valeurs cibles concernent les émissions totales de GES, directes et indirectes, de l'UNIL. Elles esquissent la forme de la courbe de descente des émissions de GES visée par l'UNIL entre 2020 et 2050 (figure 9).

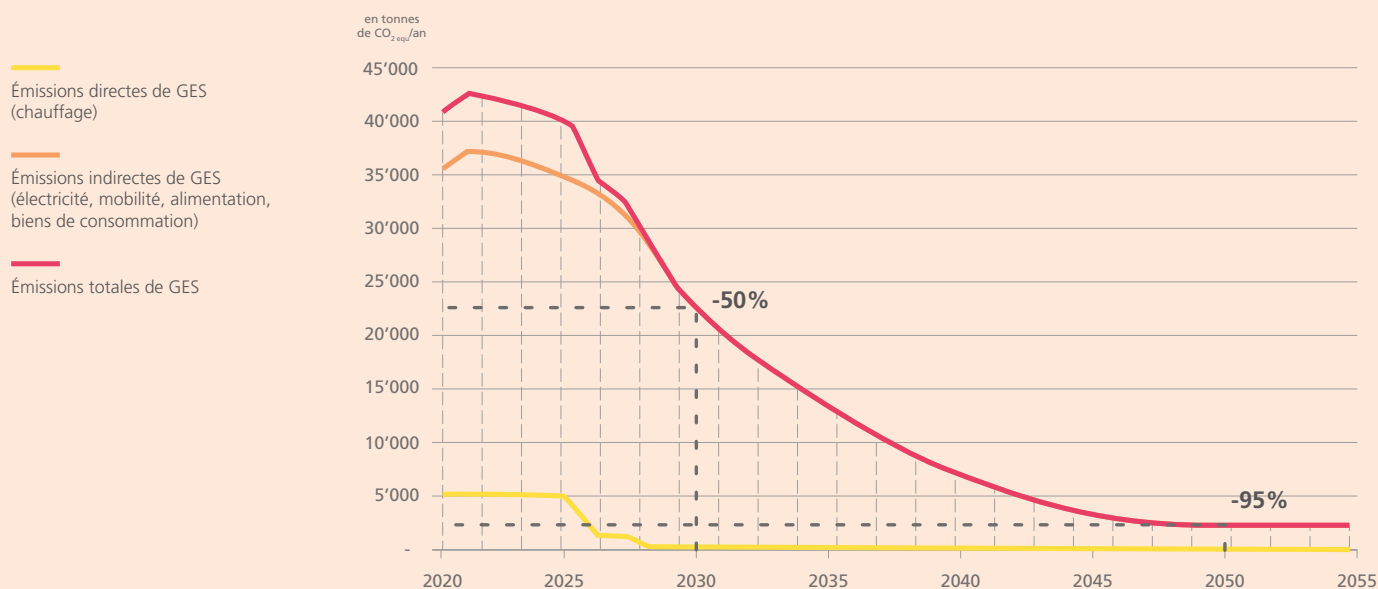


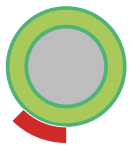
Figure 9 : courbe prévisionnelle de descente des émissions de GES de l'Université de Lausanne entre 2020 et 2050, souhaitable pour contribuer aux objectifs de l'Accord de Paris. CCD (UNIL), 2023.

La courbe ci-dessus constitue un objectif à suivre pour l'UNIL. Elle implique une réduction totale des émissions directes de GES sur le campus de l'Université, notamment liées au chauffage, entre 2025 et 2030. En parallèle, les émissions indirectes devraient décroître de manière importante à partir de 2025, en agissant notamment sur la consommation d'électricité mais aussi sur la mobilité de la communauté universitaire, les achats de biens et l'alimentation consommée à l'UNIL. À partir de 2045-2050, seules 5% des émissions actuelles de l'UNIL devraient subsister (environ 2'200 tonnes de CO₂ eq. par an) : celles-ci sont probablement incompressibles et devront être équilibrées par des émissions négatives captées en Suisse.

Si l'UNIL respecte cette courbe de réduction, les émissions cumulées entre 2020 et 2100 restent supérieures au budget carbone attribué à l'UNIL ainsi, l'Université doit générer, d'une manière ou d'une autre, une quantité importante d'émissions négatives de CO₂ pour équilibrer son bilan carbone (tableauTableau 13). Cette quantité de CO₂ eq. à capter et stocker représente entre quatre (scénario +2,0°C, 67%) et douze ans (scénario +1,5°C, 50%) d'émissions actuelles de GES de l'UNIL.

En savoir plus sur l'empreinte carbone en page 64.

Impacts sur le cycle de l'azote



1

Sphère 1 influence directe, par exemple les prestations traiteurs financées par l'UNIL.

2

Sphère 2 influence indirecte, par exemple l'offre végétarienne dans les cafétérias.

3

Sphère 3 influence partielle, par exemple les repas consommés à l'UNIL apportés de l'extérieur.

En 2019, l'UNIL a participé à l'émissions d'environ 54 tonnes d'azote dans les milieux naturels, ce qui excède de 2 fois le plafond écologique attribué à l'Université. La quasi-intégralité de l'empreinte azote de l'UNIL est liée à l'alimentation (l'indicateur retenu est l'azote agricole perdu dans les milieux naturels).

Ainsi, d'après la figure 12, deux-tiers de l'empreinte azote de l'UNIL sont liés à la consommation de viande et 13% sont liés à la consommation de produits laitiers. La consommation de céréales et pommes de terre génère également près de 10% des impacts de l'UNIL en matière d'azote (car la masse de céréales consommées est importante, par rapport aux autres catégories d'aliments).

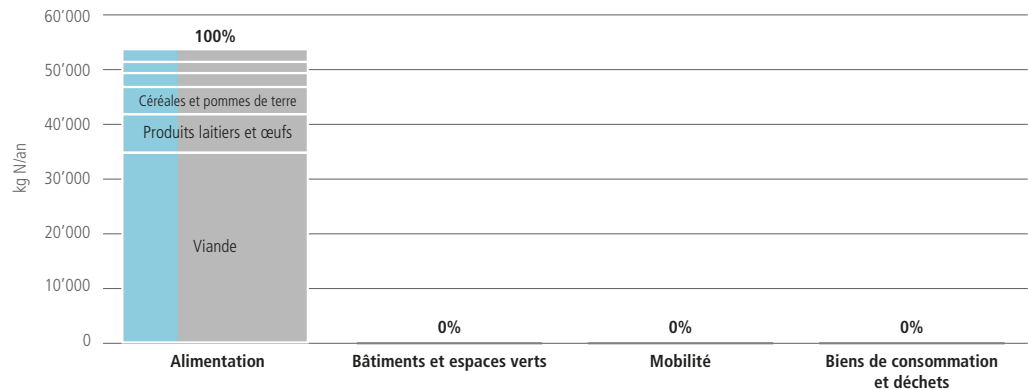


Figure 10: empreinte de l'UNIL sur le cycle de l'azote, par secteur. Année de référence: 2019. CCD (UNIL), 2023.

Deux tiers des impacts de l'UNIL sur le cycle de l'azote sont générés par les repas consommés par la communauté UNIL, mais achetés en dehors des points de vente localisés sur le campus de l'UNIL. Ce poste, placé dans la sphère d'influence n°3, est basé sur des données primaires moyennement fiables, extrapolées suivant le contenu des assiettes consommées à l'UNIL (en savoir plus en page 119). Les résultats ainsi obtenus présentent donc une incertitude importante.

Le reste de l'empreinte azote de l'UNIL est presque intégralement placé dans la sphère d'influence n°2, étant donné que les repas achetés dans les cafétérias dépendent de l'offre proposée par les prestataires et du choix effectué par les membres de la communauté UNIL au moment de leur achat.

En savoir plus sur cet indicateur en page 71.

Impacts sur le cycle de l'eau



En 2019, l'UNIL a consommé environ un million de mètres cubes d'eau bleue. Comparée au seuil global fixé dans la littérature, cette consommation ne dépasse pas les limites planétaires. Néanmoins, le cycle de l'eau est un paramètre qui possède une forte composante locale: les impacts d'un stress hydrique peuvent être majeurs au niveau local, sans que le cycle global de l'eau ne soit déstabilisé de manière significative. Sans seuil régional en matière de consommation d'eau bleue définie par la littérature scientifique, cette limite n'est donc pas considérée comme dépassée, mais ce résultat est à interpréter avec précaution au regard des inconnues sur le cycle de l'eau régional.

Près de la moitié de la consommation d'eau bleue de l'UNIL est liée à l'alimentation, notamment à la consommation de céréales et pommes de terre (20%) et de viande et produits laitiers (14%). De plus, la production de l'électricité consommée représente à elle seule environ un quart de la consommation d'eau bleue de l'UNIL. Par contre, la consommation d'eau potable à l'UNIL (81'000 m³ en 2019) ne représente que 450 m³ d'eau bleue (soit 0,05% de la consommation totale d'eau bleue à l'UNIL).

1

Sphère 1 influence directe, par exemple les prestations traiteurs financées par l'UNIL.

2

Sphère 2 influence indirecte, par exemple l'offre végétarienne dans les cafétérias.

3

Sphère 3 influence partielle, par exemple les repas consommés à l'UNIL apportés de l'extérieur.

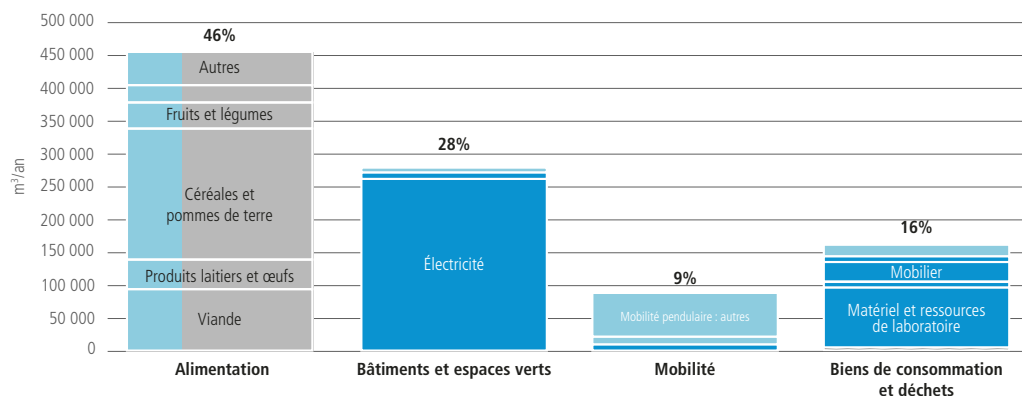


Figure 11 : empreinte de l'UNIL sur le cycle de l'eau, par secteur. Année de référence : 2019. CCD (UNIL), 2023.

Près de la moitié (45%) de la consommation d'eau bleue est associée à la sphère d'influence directe de l'UNIL (électricité, achat de mobilier et de matériel de laboratoire, etc.). Par contre, un tiers de l'empreinte hydrique de l'UNIL relève de la sphère d'influence n°3, en raison de l'impact important de l'alimentation.

[En savoir plus sur cet indicateur en page 74.](#)

3.2. Analyse des résultats par secteur d'activité

Cette partie analyse les résultats du diagnostic écologique de l'UNIL, en fonction des principaux postes d'impact. La part relative et les impacts absolus de chaque poste et sous-poste d'impact sont disponibles dans la section 5, tTableau 41 : liste des bâtiments intégrés au périmètre spatial du Donut UNIL..

Alimentation

Le poste « Alimentation » regroupe la nourriture et les boissons vendues dans les cafétérias universitaires, les prestations de traiteur achetées par l'UNIL et la nourriture achetée à l'extérieur de l'Université, mais consommée sur les heures de travail / d'étude par la communauté UNIL.

Étant donné qu'en moyenne environ un tiers du nombre total de membres de la communauté UNIL achète un repas par jour dans les cafétérias universitaires, il a été supposé que les deux tiers restants consomment de la nourriture apportée depuis l'extérieur (ou consommée hors campus, sur les heures de télétravail ou d'enseignement à distance). Ces repas apportés depuis l'extérieur de l'UNIL sont associés à la sphère d'influence n°3, tandis que l'alimentation vendue sur les points de vente de l'UNIL (cafétérias, etc.) est associée à la sphère d'influence n°2.

Ces deux postes représentent la quasi-intégralité des impacts du secteur « Alimentation », en raison de la masse importante d'aliments concernés.

L'alimentation ainsi définie génère la quasi-intégralité de l'empreinte azote de l'UNIL et est le premier poste de consommation d'eau bleue (46%). Le secteur représente presque 20% des impacts de l'UNIL sur le changement climatique et l'érosion de la biodiversité.

Parmi les catégories d'aliments qui génèrent le plus d'impacts sur les limites planétaires, la viande et les produits laitiers sont systématiquement présents parmi les plus grands postes d'impacts (figure 12 ci-après) aux côtés des céréales et pommes de terre, qui sont consommées en grande quantité à l'UNIL, mais qui ont un impact unitaire bien moindre (par exemple, 1 kg de bœuf génère environ 32 kg de CO₂ eq. tandis que 1 kg de blé génère environ 1,15 kg de CO₂ eq.).

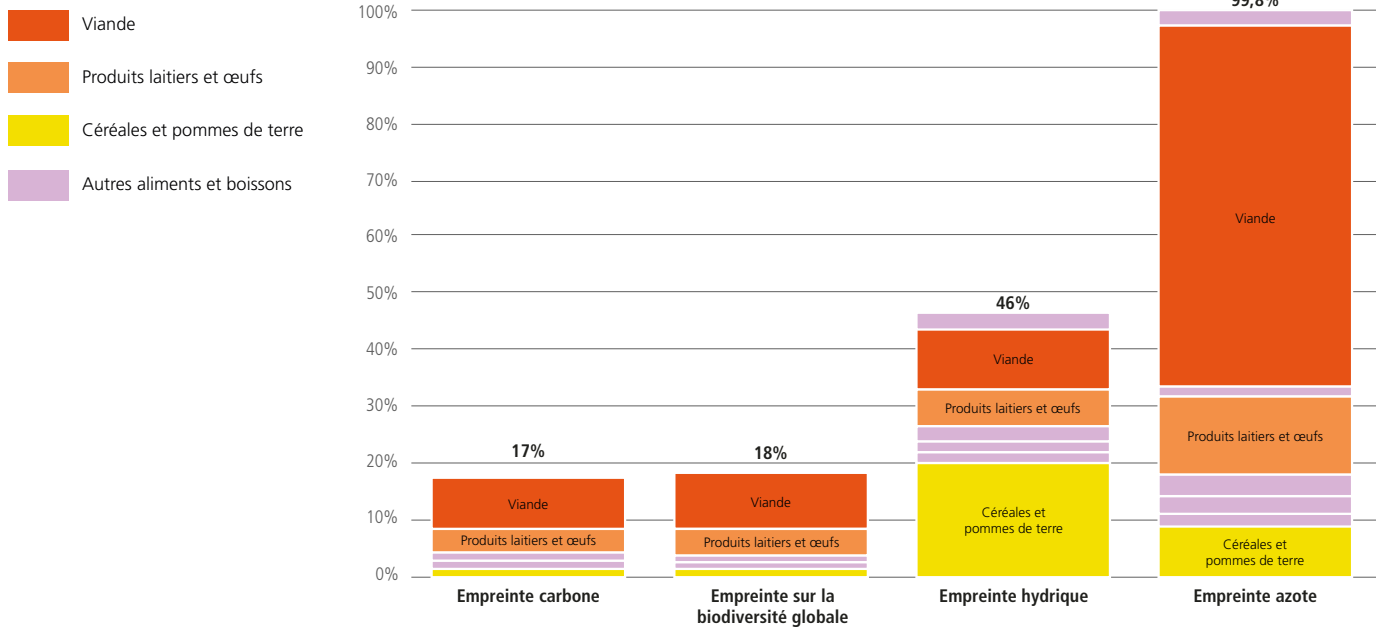


Figure 12 : répartition des impacts écologiques globaux de l'alimentation, par type d'aliments. Part des impacts totaux sur chaque limite planétaire, associés à l'alimentation. Année de référence : 2019. CCD (UNIL), 2023.

De plus, l'alimentation à l'UNIL a un impact sur les écosystèmes autour de l'UNIL (qualité du réseau hydrographique, biodiversité locale, qualité de l'air, etc.), non quantifié mais très variable en fonction des pratiques agricoles adoptées.

Bâtiments et espaces verts

Le secteur « Bâtiments » regroupe les consommations d'énergie et d'eau liées au fonctionnement des bâtiments, ainsi que les matériaux de construction et équipements techniques qui composent le patrimoine immobilier utilisé par l'UNIL.

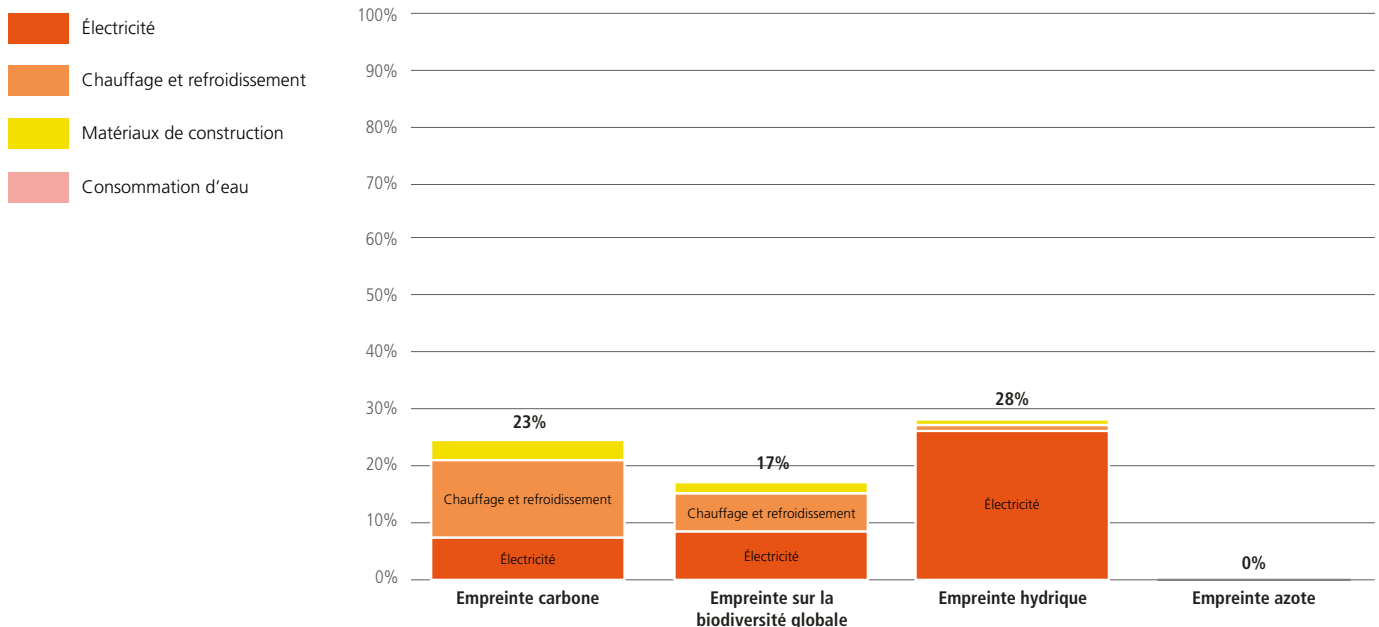


Figure 13 : répartition des impacts écologiques globaux des bâtiments et espaces verts de l'UNIL, par sous-domaine. Part des impacts totaux sur chaque limite planétaire, associés aux bâtiments et espaces verts. Année de référence : 2019. CCD (UNIL), 2023.

En 2019, ce secteur représente environ un quart des impacts de l'UNIL sur le climat et le cycle de l'eau global et 17% des impacts de l'UNIL sur la biodiversité globale (figure 13).

La part d'impacts des matériaux de construction est relativement faible (environ 10% des émissions de GES du secteur « Bâtiments » en 2019), car l'UNIL a connu une longue période sans construction neuve avant 2019: la méthode d'amortissement des impacts pendant 30 ans après la date de construction du bâtiment aboutit à de faibles émissions restantes liées aux matériaux de construction, en 2019.

+ Lors de la construction d'un bâtiment neuf performant énergétiquement, la fabrication et le transport des matériaux de construction et équipements représentent généralement la moitié des émissions de GES du bâtiment, sur l'ensemble de son cycle de vie. L'autre moitié est liée aux consommations d'électricité, de chauffage et de refroidissement (exploitation) du bâtiment.

+ S'il ne rend pas compte des efforts réalisés par l'UNIL pour réduire l'impact écologique de l'électricité achetée, le choix opéré pour le contenu carbone du mix électrique consommé à l'UNIL est cohérent scientifiquement en raison du contenu réel du mix électrique consommé sur le réseau suisse. Il a également été adopté par d'autres établissements d'enseignement supérieur voisins de l'UNIL dans leur bilan d'émissions de GES.

Néanmoins, + en cas de nouvelle construction, les impacts liés aux matériaux de construction augmenteraient de manière significative et variable selon la surface de nouveaux bâtiments, le type de matériaux et le système constructif utilisés.

En outre, l'énergie (électrique et thermique) représente à elle seule plus de 20% des émissions de GES de l'UNIL en 2019 et 15% de son empreinte sur la biodiversité globale (figure 13). Les impacts de l'électricité consommée à l'UNIL sont calculés suivant le mix électrique moyen en Suisse, malgré les contrats d'achat d'électricité verte souscrits par l'UNIL: ceci amplifie les émissions de GES liées à l'électricité consommée, + malgré les efforts de l'Université pour en réduire les impacts.

Les émissions de GES de l'UNIL liées au chauffage diminuent chaque année, grâce au déploiement d'un réseau de chaleur alimenté par des pompes à chaleur exploitant l'eau du lac Léman. Si ce système de chauffage bas carbone permet aussi de réduire les émissions de polluants atmosphériques liés à la combustion d'énergie fossile, le rejet d'eau industrielle dans la rivière Chamberonne (à la sortie du réseau de chaleur universitaire) pourrait avoir des impacts sur le débit et la qualité biologique de la rivière. Ces impacts sont partiellement inconnus à ce jour (en savoir plus en page 82).

Il est intéressant de noter que la consommation d'eau potable ne représente que 0,05% de la consommation d'eau bleue de l'UNIL (hors arrosage, effectué avec de l'eau non potable et non quantifiée à ce jour). Par contre, la consommation d'eau – et surtout le rejet d'eaux usées – peut générer des impacts écologiques locaux sur le réseau hydrographique, non quantifiés à ce jour: pollutions chimiques issues des laboratoires de recherche, résidus médicamenteux issus des eaux usées, etc. (en savoir plus en page 82).

Les bâtiments ont également une emprise physique sur le campus, qui a un impact direct sur la qualité des sols et de la biodiversité locale, en artificialisant des espaces naturels. Les bâtiments représentent 11% de la surface du campus de Dorigny et les terrains de sport, 6%. Ces infrastructures peuvent aussi générer des micro et macro polluants qui ruissellent vers le lac Léman: les surfaces des bâtiments et toitures terrasses peuvent relâcher des fongicides et autres traitements de surface utilisés pour faciliter leur entretien⁴⁷, tandis que les terrains de sport – surtout synthétiques – peuvent générer des macro polluants plastiques transportés vers le sol ou le réseau hydrographique. Certains de ces potentiels impacts locaux sont identifiés mais non quantifiés à ce jour (en savoir plus en page 82 à 89).

Mobilité

Le poste « Mobilité » regroupe les trajets effectués par les membres de la communauté universitaire entre leur domicile et l'UNIL (mobilité dite pendulaire) et les trajets effectués par les employé·es et les étudiant·es de l'UNIL dans le cadre de leurs activités professionnelles / d'études (déplacements vers des réunions, séminaires, terrains de recherche, etc.: mobilité dite professionnelle). Ce poste comprend les impacts directs du déplacement (émissions de GES pendant le trajet) et les impacts indirects liés à la construction des infrastructures et des moyens de transport utilisés (route, voiture, avion, train, etc.).

Les voyages d'études des étudiant·es ne sont probablement pas intégralement inclus dans la quantification de ce poste, en raison des données d'entrée lacunaires ou imprécises à ce sujet (tableau "Tableau 50: détail de la méthode de post-traitement des données primaires dans le secteur de l'alimentation.").

Ainsi défini, le poste « Mobilité » représente, en tout, 36% des émissions de GES, dont 23% sont liées à la mobilité professionnelle (figure 14). Les transports individuels motorisés (TIM) représentent la quasi-totalité des impacts de l'UNIL sur le changement climatique liés à la mobilité pendulaire (~10%). En comparaison, la somme des impacts du métro, train et vélo utilisés pour les déplacements pendulaires représente seulement 1,4% des émissions de GES de l'UNIL.

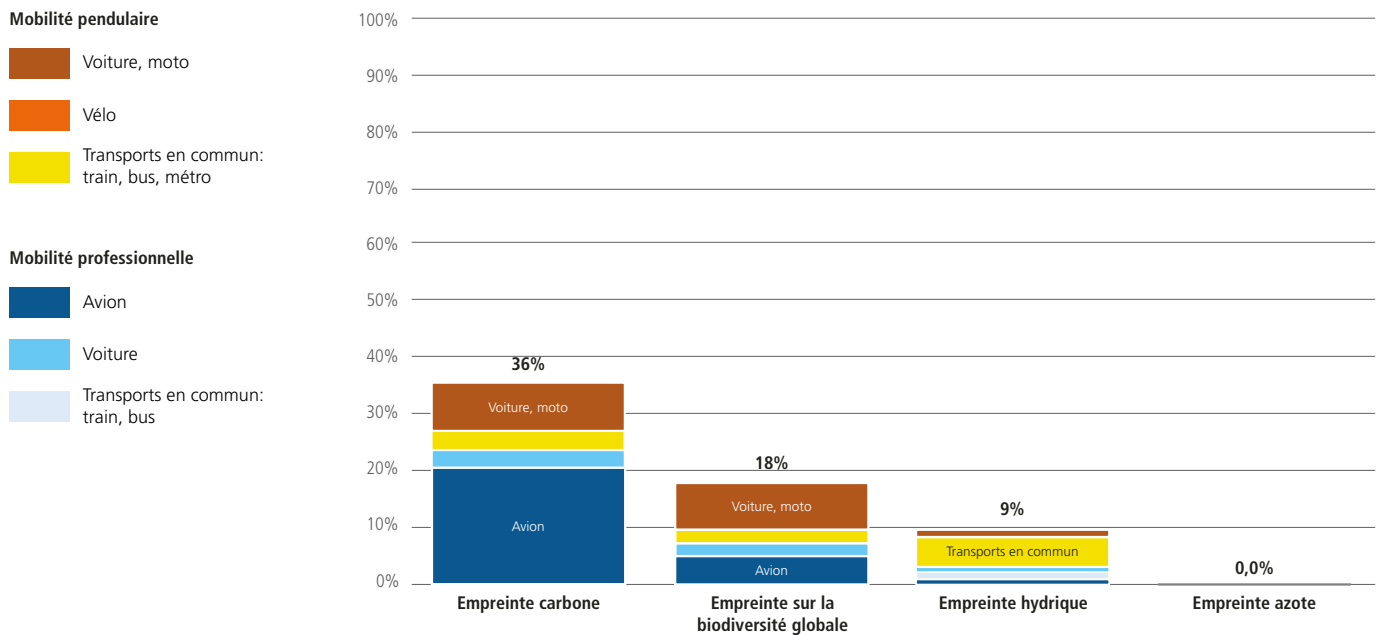


Figure 14: répartition des impacts écologiques globaux de la mobilité à l'UNIL, par moyen de transport. Part des impacts totaux sur chaque limite planétaire, associés à la mobilité. Année de référence: 2019. CCD (UNIL), 2023.

Les déplacements en avion, dans le cadre professionnel, représentent à eux seuls 21% des émissions de CO₂ eq de l'UNIL, en 2019.

Concernant la mobilité professionnelle, l'avion et la voiture génèrent les plus grands impacts, notamment sur le changement climatique. À lui seul, l'avion emprunté pour les voyages professionnels des employé·es génère 21% des émissions de GES de l'UNIL: un chiffre comparable aux impacts de toute l'alimentation consommée par les membres de l'UNIL (17% des émissions de GES) ou aux impacts de l'achat de l'ensemble des biens de consommation (23% des émissions de GES).

À l'échelle locale, les infrastructures mises en place pour la mobilité pendulaire des membres de la communauté ont un impact sur la qualité du sol. La surface de parking et de voirie (y compris piétonne et cyclable) représente 20% du campus de l'Université. Ces surfaces artificialisées, car imperméables ou semi-perméables mais compactées, accueillent nécessairement moins de biodiversité que les espaces naturels et ne participent pas – ou presque pas – à l'absorption de l'eau de pluie.

En 2022, près de 40'000 m² de surface sont dédiées aux parkings sur le campus de Dorigny. Sur ces parkings et voiries, les eaux de pluie ruisselantes peuvent embarquer jusqu'au lac Léman de nombreux polluants (résidus de pneus, traces d'huile, etc.) et dégrader ainsi les écosystèmes aquatiques locaux (en savoir plus en page 82) ainsi que la qualité de l'eau potable consommée dans l'arc lémanique.

Biens de consommation et déchets

Le poste « Biens de consommation et déchets » regroupe tous les achats de biens qui ne sont pas déjà comptabilisés dans un autre poste (comme l'alimentation et les matériaux de construction). Celui-ci comprend les impacts indirects de la consommation de biens à l'UNIL, liés à la production et au transport du matériel de recherche, d'enseignement, de bureau, etc. Ce poste intègre également le traitement des déchets issus de l'UNIL.

Le matériel informatique et électronique acheté par l'UNIL représente à lui seul 30% des impacts de l'UNIL sur la biodiversité globale en 2019.

La multitude de produits regroupés sous ce poste et leur hétérogénéité génèrent de grandes incertitudes dans l'évaluation des impacts de ce poste. Les résultats mentionnés ci-après seront à consolider grâce à un suivi plus détaillé des achats de l'UNIL et à une identification plus précise des impacts écologiques de chaque produit.

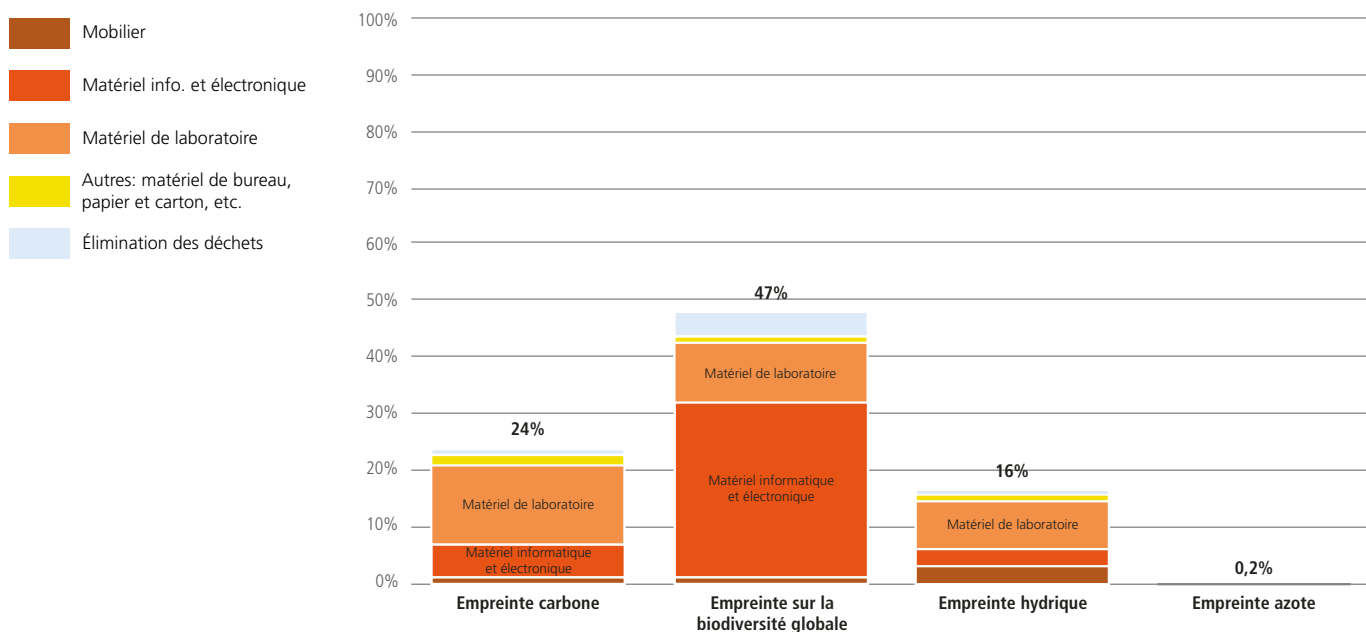


Figure 15 : répartition des impacts écologiques globaux de la consommation de biens et de l'élimination des déchets à l'UNIL, par sous-domaine. Part des impacts totaux sur chaque limite planétaire, associés aux biens de consommation et déchets. Année de référence : 2019. CCD (UNIL), 2023.

D'après les données actuellement disponibles, les « Biens de consommation et déchets » sont le premier poste d'impact de l'UNIL sur la biodiversité globale (47%) et le second poste d'impact de l'UNIL sur le changement climatique (24%) (figure 15). Parmi tous les biens achetés, deux catégories ont un impact majoritaire sur les limites planétaires : le matériel informatique et électronique (ordinateurs, matériel audiovisuel, imprimantes, électroménager, etc.) et le matériel de laboratoire (appareils scientifiques, ressources biologiques, produits chimiques, etc.). Ces deux postes représentent respectivement 30% et 11% des impacts de l'UNIL sur la biodiversité globale.

En comparaison, la consommation de papier et carton et le mobilier de bureau ont un impact marginal sur les limites planétaires (<1% des émissions de GES).

De même, le traitement et l'élimination des déchets représentent une part très faible des impacts de l'UNIL, en comparaison avec les impacts liés à la production et au transport des biens de consommation : les déchets représentent respectivement 0,7% et 3,6% des impacts totaux de l'UNIL sur le changement climatique et l'érosion de la biodiversité.

Si les biens consommés à l'UNIL ont un impact local négligeable, car ils sont produits hors du campus, la gestion des déchets dangereux (notamment des produits chimiques utilisés en laboratoire) est un enjeu majeur pour la bonne santé des écosystèmes locaux.

1. En 1989 déjà, le rectorat nomme un délégué aux sciences de l'environnement et à l'écologie. En 2003, l'UNIL se dote d'une nouvelle faculté dédiée aux géosciences et aux sciences de l'environnement. En 2011, la durabilité devient une priorité institutionnelle portée par la nomination d'un vice-recteur Durabilité & Campus. L'UNIL est alors l'une des rares institutions académiques au monde dont l'un des membres de la direction est directement en charge des enjeux de durabilité.
2. Raworth, « A Safe and Just Space for Humanity: Can We Live within the Doughnut ? » (2012); Raworth, « A Doughnut for the Anthropocene » (2017).
3. Rockström et al., « A Safe Operating Space for Humanity » (2009).
4. Le rapport final de l'Assemblée de la transition remis à la Direction de l'UNIL mi-septembre 2023 est disponible ici : <https://wp.unil.ch/assemblee-transition/le-rapport>.
5. As early as 1989, the Rectorate appointed a delegate for environmental sciences and ecology. In 2003, UNIL created a new faculty dedicated to geosciences and environmental sciences. In 2011, sustainability became an institutional priority with the appointment of a Vice-Rector for Sustainability & Campus. UNIL is now one of the few academic institutions in the world to have a member of its senior management directly responsible for sustainability issues.
6. The final report of the Transition Assembly, submitted to UNIL's Rectorate in mid-September 2023, is available here: <https://wp.unil.ch/assemblee-transition/le-rapport>.
7. Rockström et al., « A Safe Operating Space for Humanity ».
8. EEA et FOEN, « Is Europe Living within the Limits of Our Planet ? ».
9. Dao et al., « Environmental Limits and Swiss Footprints Based on Planetary Boundaries ».
10. Raworth, « A Safe and Just Space for Humanity: Can We Live within the Doughnut ? »; Raworth, « A Doughnut for the Anthropocene ».
11. DEAL et al., « The Amsterdam City Doughnut from The Thriving Cities Initiative ».
12. DEAL et al., « Creating City Portraits, A Methodological Guide from The Thriving Cities Initiative ».
13. Dao et al., « Environmental Limits and Swiss Footprints Based on Planetary Boundaries », fig. 22.
14. Steffen et al., « Planetary Boundaries ».
15. Persson et al., « Outside the Safe Operating Space of the Planetary Boundary for Novel Entities ».
16. World Health Organization, « Communiqué de presse - Nouvelles lignes directrices de l'OMS ».
17. Van Der Maesen et Walker, « Indicators of Social Quality »; Abbott et Wallace, « Social Quality »; Beck, Maesen, et Walker, « The social Quality of Europe ».
18. Holman et Walker, « Social Quality and Health ».
19. Raworth, « La théorie du donut: l'économie de demain en 7 principes ».
20. DEAL et al., « Creating City Portraits, A methodological guide from The Thriving Cities Initiative », 27.
21. Peters et Hertwich, 2006 and Tukker et al., 2016 and Wiedmann & Lenzen, 2018 and Wood et al., 2018 in Shilling, Wiedmann, et Malik, « Modern Slavery Footprints in Global Supply Chains », 1526.
22. Shilling, Wiedmann, et Malik, 1521.
23. Vanham et al., « Environmental Footprint Family to Address Local to Planetary Sustainability and Deliver on the SDGs », 8.
24. Vanham et al., « Environmental Footprint Family to Address Local to Planetary Sustainability and Deliver on the SDGs ».
25. Fang et al. (2015) in Ferretto et al., « Planetary Boundaries and the Doughnut Frameworks », 3; Vanham et al., « Environmental Footprint Family to Address Local to Planetary Sustainability and Deliver on the SDGs »; Dao, Peduzzi, et Friot, « National Environmental Limits and Footprints Based on the Planetary Boundaries Framework »; Lucas et al., « Allocating Planetary Boundaries to Large Economies ».
26. O'Neill et al., « A Good Life for All within Planetary Boundaries ».
27. Lucas et al., « Allocating Planetary Boundaries to Large Economies », 3.
28. Dao et al., « Environmental Limits and Swiss Footprints Based on Planetary Boundaries », 27.
29. Huijbregts et al., « ReCiPe 2016 v1.1, A Harmonized Life Cycle Impact Assessment Method at Midpoint and Endpoint Level. Report I: Characterization ».
30. Bull et al., « Analysis: The Biodiversity Footprint of the University of Oxford ».
31. Damiani et al., « Critical Review of Methods and Models for Biodiversity Impact Assessment and Their Applicability in the LCA Context ».
32. Dao et al., « Environmental Limits and Swiss Footprints Based on Planetary Boundaries »; Dao, Peduzzi, et Friot, « National Environmental Limits and Footprints Based on the Planetary Boundaries Framework ».
33. EEA et FOEN, « Is Europe Living within the Limits of Our Planet ? ».
34. n+p, « Diagnostic écologique du campus de Dornoy et monitoring de la biodiversité ».
35. World Health Organization, « WHO Global Air Quality Guidelines: Particulate Matter (PM2.5 and PM10), Ozone, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide and Carbon Monoxide ».
36. Schmid, Zbinden et Keller, « Surveillance de l'évolution des effectifs des oiseaux nicheurs répandus en Suisse ».
37. Critères proposés par Merino-Saum et al., « Indicators for Urban Sustainability ».
38. DEAL et al., « Creating City Portraits, A methodological guide from The Thriving Cities Initiative ».
39. Kristensen, « The DP-SIR Framework ».
40. Les services rencontrés sont le Bureau de l'égalité, le Service des sports, le Service des ressources humaines, le Service de la santé et l'aumônerie.
41. Selon le scénario des Nations unies (UNEP, 2012 in Dao et al., « Environmental Limits and Swiss Footprints Based on Planetary Boundaries ».)
42. Rockström et al., « A Safe Operating Space for Humanity », 472.
43. Bjørn, Richardson, et Hauschild, « A Framework for Development and Communication of Absolute Environmental Sustainability Assessment Methods ».
44. Bull et al., « Analysis: The Biodiversity Footprint of the University of Oxford ».
45. Bull et al.
46. Fragnière et Thalmann, « Pour une stratégie de décarbonation fondée sur la science ».
47. e.g. Paijens et al., « Biocide Emissions from Building Materials during Wet Weather ».



Pour en savoir
plus : méthode,
calculs, résultats
et limites pour
chaque indicateur

Cette section détaille, indicateur par indicateur, les choix effectués pour choisir l'indicateur, la méthode de calcul de son état actuel et cible, ainsi que les résultats des calculs. Cette partie est destinée aux lecteur·trices qui souhaitent approfondir un indicateur du Donut UNIL en particulier.

4.1. Changement climatique

Indicateur

Indicateur du Donut UNIL

L'empreinte carbone est exprimée en émissions GES annuelles, soit en kilogrammes de CO₂ eq. par année. Elle comprend les émissions directes de GES à l'UNIL (liée au chauffage par exemple) et les émissions indirectes (liées à l'électricité consommée, à la fabrication et au transport des biens de consommation, à la mobilité des employé·es, etc.).

Discussion

L'indicateur utilisé pour le Donut UNIL n'est pas la variable de contrôle proposée par le modèle des limites planétaires de Rockström et al. (concentration en CO₂ dans l'atmosphère), car le seuil global fixé en 2009, de 350 ppm, est déjà dépassé et il serait vraisemblablement impossible d'y revenir avant la fin du 21^{ème} siècle. À l'instar de l'équipe de Dao et al. (2015), la variable de contrôle proposée par Rockström et al. est écartée des indicateurs du Donut UNIL au profit d'un indicateur davantage compatible avec les politiques climatiques internationales et locales, avec les données locales et internationales disponibles et avec les objectifs qu'il est aujourd'hui possible de viser⁴⁸ : à savoir les émissions de GES de l'UNIL, qui agissent linéairement sur le réchauffement climatique global.

État actuel

Les émissions de GES de l'UNIL sont calculées suivant la méthode d'analyse de flux de matière et d'énergie (en savoir plus en pages 116 à 128) et suivant le périmètre d'analyse décrit à la page 106.

En 2019, les émissions de GES de l'UNIL ainsi calculées équivalent à 42'362 tonnes de CO₂ eq., dont 36% sont liés à la mobilité (pendulaire et professionnelle) (tableau 11).

Secteur d'impact	Empreinte carbone de l'UNIL (2019)	
	en tonnes de CO ₂ eq. /an	en % du total
Alimentation	7'238	17,1%
Bâtiments et espaces verts	9'896	23,4%
Mobilité	15'170	35,8%
Biens de consommation et déchets	10'058	23,8%
Total	42'362	100,0%

Tableau 11 : émissions de GES de l'UNIL par poste. Année de référence 2019. CCD (UNIL), 2023.

Valeur cible

La valeur seuil globale mobilisée pour choisir la valeur cible du Donut UNIL est basée sur les travaux du GIEC, qui définissent un budget carbone global à ne pas dépasser afin de limiter le réchauffement climatique à 1,5°C ou 2,0°C⁴⁹. Néanmoins, la répartition des efforts de réduction entre les pays est d'autant plus délicate que les émissions s'expriment sous forme de budget pluriannuel, car elles s'accumulent dans le système Terre au cours du temps. Partant des valeurs seuils globales évaluées par le GIEC, leur déclinaison à l'échelle de l'UNIL sous forme de valeurs cibles nécessite de définir :

- Les émissions historiques de l'UNIL (déduites du budget carbone restant entre aujourd'hui et 2100), le type d'émissions considérées et la combinaison température / probabilité choisie – pour définir le budget carbone restant pour l'UNIL ;
- La date de neutralité carbone visée, l'évolution démographique considérée, et la part raisonnable d'émissions négatives sur laquelle compter – pour définir la courbe de réduction des émissions de GES qui esquisse le budget cible pour l'UNIL (émissions cumulées entre 2020 et 2100) et les valeurs cibles intermédiaires de réduction des émissions.

Les choix suivants sont opérés pour fixer les valeurs cibles de l'UNIL :

- Aucune émission historique de l'UNIL n'est déduite du budget carbone restant pour l'UNIL entre 2020 et 2100 (manque de données). L'année de référence à partir de laquelle partager le budget carbone mondial restant est 2020 ;
- Sont incluses les émissions directes de GES sur le campus, et les émissions indirectes liées à l'achat d'électricité produite ailleurs, à la mobilité locale et à l'étranger, ou à l'achat de biens produits hors du campus. Sont exclues les émissions indirectes liées aux investissements financiers de l'Université ou des membres de sa communauté (retraite, épargne, investissements) ;
- Le budget carbone restant pour l'UNIL est calculé suivant deux combinaisons température / probabilité :
 - Un scénario (A) ambitieux, visant à contribuer à limiter le réchauffement climatique global à 1,5°C (par rapport à la période 1850-1900) avec 50% de probabilités d'y arriver ;
 - Un scénario (B) limite, visant à contribuer à limiter le réchauffement climatique global à 2,0°C (par rapport à la période 1850-1900) avec 67% de probabilités d'y arriver.
- La neutralité carbone (bilan net d'émissions de GES) est visée pour 2050.
- En accord avec les trajectoires adoptées par les scénarios C1a du GIEC⁵⁰, avec les objectifs découlant de l'Accord de Paris et suivant le potentiel réaliste de déploiement des techniques d'émissions négative d'ici 2100⁵¹, l'UNIL adopte les valeurs cibles de réduction des émissions de GES suivantes :
 - -50% d'émissions de GES (directes et indirectes) en 2030, par rapport à 2019 ;
 - -95% d'émissions de GES (directes et indirectes) en 2050, par rapport à 2019.
- Les calculs ci-après prennent pour hypothèses démographiques les projections démographiques des de l'ONU au niveau global et celles de l'OFS au niveau Suisse.

Budget carbone restant pour l'UNIL

La valeur seuil globale préconisée par le GIEC, en matière d'émissions de GES, est comprise entre 500 et 1'150 Gt CO₂ pour limiter le réchauffement climatique global à +1,5°C (scénario A) ou +2,0°C (scénario B))⁵². À ce budget, calculé en CO₂, s'ajoute une incertitude de +/- 220 Gt CO₂ pour prendre en considération l'effet des autres gaz à effet de serre sur le changement climatique (hors dioxyde de carbone). En prenant en compte l'effet des autres GES, l'UNIL s'appuie sur le t"Tableau 13" qui détermine la limite haute (1'370 Gt CO_{2 eq.}) et la limite basse (280 Gt CO_{2 eq.}) de la valeur seuil globale en matière d'émissions de GES cumulées dans le monde.

Fourchettes d'émissions de GES restantes pour le monde, dès 2020, en Gt CO ₂ eq.		
	Estimation basse	Estimation haute
Scénario A): +1,5°C / 50%	280 (500 – 220)	720 (500 + 220)
Scénario B): +2,0°C / 67%	930 (1'150-220)	1'370 (1'150+220)

Tableau 12 : fourchettes d'émissions de GES restantes pour le monde, dès le 1^{er} janvier 2020, selon les deux combinaisons retenues par le troisième groupe de travail du GIEC. Données issues du GIEC, 2021, 2022.

Pour décliner ces valeurs seuils globales à l'UNIL, suivant la règle d'allocation des limites planétaires décrite dans la f"Figure 5", la part des impacts de l'UNIL par rapport aux émissions de GES du canton de Vaud est calculée suivant le bilan carbone du canton de Vaud⁵³, dont les résultats sont corrigés pour correspondre aux mêmes hypothèses de calcul que celles adoptées pour calculer les émissions de l'UNIL en 2019 (t"Tableau 14").

Poste d'émissions de GES		Émissions du canton de Vaud (Quantis, 2022) (année 2019, t CO ₂ eq.)	Facteur de correction adopté par les auteur-trices	Émissions résultantes du canton de Vaud suivant la méthode des auteur-trices (année 2019, t CO ₂ eq.)
Émissions territoriales de GES	Affectation du sol et du territoire	- 205'300	Émissions brutes de GES sans déduction des émissions négatives	0
	Électricité	7'800	Contenu carbone moyen du mix électrique Suisse (128 g CO ₂ eq./kWh)	9'419
	Mobilité	2'066'200	0% du transport de marchandises sur le territoire (route et rail) Correction des émissions au km de l'aviation (235 g/pkm) pris en compte	1'774'261
	Sous-total	4'754'000	Pas de correction hors affectation du sol, électricité et mobilité	4'668'980
Émissions extra-territoriales	Mobilité	1'354'000	100% des kilomètres parcourus entre le canton de Vaud et l'étranger pris en compte 0% du transport de marchandises entrant ou sortant du canton de Vaud (route et rail) pris en compte Correction des émissions au km de l'aviation (235 g/pkm)	2'709'428
	Électricité	781'800	Contenu carbone moyen du mix électrique Suisse (128g CO ₂ eq./kWh)	944'060
	Sous-total	7'503'600	Pas de correction hors mobilité et électricité	9'021'388
Émissions totales		12'257'600		13'690'368

Tableau 13 : corrections des résultats du bilan carbone du canton de Vaud (Quantis, 2022) pour comparaison au bilan carbone de l'UNIL. CCD (UNIL), 2023.

Avec une empreinte carbone de 42'362 tonnes de CO₂ eq., l'UNIL émettait en 2019 environ 0,31% des émissions du canton de Vaud.

Déclinées à l'échelle de l'Université suivant la règle d'allocation des limites planétaires décrite dans la f"Figure 5" et suivant les valeurs susmentionnées, les valeurs seuils globales induisent un budget carbone restant pour l'UNIL entre 2020 et 2100 compris entre ~94'000 (scénario A) et ~463'000 (scénario B) tonnes de CO₂ eq (tableau 13).

Valeurs cibles de réduction des émissions de GES

En outre, des valeurs cibles intermédiaires de réduction des émissions de GES, mentionnées précédemment, sont choisies suivant un arbitrage entre les impératifs de réduction des GES dans l'atmosphère, le potentiel réaliste d'émissions négatives pour équilibrer le bilan de l'UNIL et la faisabilité (malgré tout ambitieuse) des changements à opérer entre 2023 et 2030. Ces cibles tracent la courbe de descente des émissions de GES de l'UNIL, souhaitable pour contribuer à l'atteinte des objectifs de l'Accord de Paris (f"Figure 8: empreinte sur la biodiversité globale de l'UNIL par secteur. Année de référence: 2019.CCD (UNIL), 2023.").

Si l'UNIL respecte sa courbe de descente des émissions de GES (f"Figure 8: empreinte sur la biodiversité globale de l'UNIL par secteur. Année de référence: 2019.CCD (UNIL), 2023."), les émissions cumulées entre 2020 et 2100 restent supérieures au budget carbone attribué à l'UNIL: celui-ci est épuisé entre 2022 (scénario A) et 2036 (scénario B). Ainsi, l'UNIL doit générer, d'une manière ou d'une autre, une quantité importante d'émissions négatives de CO₂ pour équilibrer son bilan carbone de manière à rentrer dans le budget restant qui lui est attribué (tableau 12). Dans une approche égalitariste et réaliste, il semble envisageable de compter sur une part d'émissions négatives annuelles, produites en Suisse, équivalente à 5% des émissions de l'UNIL en 2019⁵⁴. ⁺ Cumulées entre 2030 et 2100, ces émissions négatives potentielles représenteraient 129'000 t CO₂ eq.: ce qui est insuffisant pour équilibrer le bilan de l'UNIL, même suivant les objectifs moins ambitieux en matière de lutte contre le changement climatique (scénario B). Des émissions négatives de carbone devront donc être générées à l'étranger, par l'UNIL, afin de respecter les objectifs de l'institution: à savoir contribuer à l'atteinte des objectifs de l'Accord de Paris.

⁺ Ces calculs prennent pour hypothèse que, au regard de l'état de développement des technologies d'émissions négatives en 2023, celles-ci ne commencent à porter leurs fruits qu'en 2030 et n'atteignent leur plein potentiel en Suisse (d'origine naturel et technologique) qu'en 2050.

Scénario	(A) Ambitieux: +1,5°C en 2100, avec 50% de chances d'y arriver	(B) Limite: 2,0+°C en 2100, avec 67% de chances d'y arriver
Valeur seuil globale émissions cumulées entre 2020 et 2100	280 Gt CO ₂ eq.	1'370 Gt CO ₂ eq.
Budget UNIL émissions cumulées entre 2020 et 2100	94'000 t CO ₂ eq.	463'000 t CO ₂ eq.
Budget cible pour l'UNIL émissions cumulées entre 2020 et 2100 suivant la courbe de réduction des émissions	-50% d'émissions de GES en 2030 - 95% d'émissions de GES en 2050 soit 641'000 tonnes CO ₂ eq.	
Année d'épuisement du budget UNIL si l'UNIL suit sa courbe de réduction des émissions de GES	2022	2036
Émissions négatives nécessaires entre 2020 et 2100 pour équilibrer le bilan carbone de l'UNIL	547'000 t CO ₂ eq.	178'000 t CO ₂ eq.

Tableau 14: allocation à l'UNIL du budget carbone mondial restant entre 2019 et 2100. CCD (UNIL), 2023.

Les arbitrages et calculs susmentionnés mènent à la déclinaison à l'UNIL des valeurs seuils globales du GIEC (tableau 13).

Limite planétaire	Variable de contrôle	Type de budget	Valeur seuil globale	Indicateur du Donut UNIL	Budget mondial	Budget individuel par personne (2050)	Budget pour le canton de Vaud (2050)	Part des impacts du canton attribuée à l'UNIL en 2019	Budget pour l'UNIL (2050)	Valeur cible Donut UNIL (2050)
Changement climatique	Émissions de GES (en kg CO ₂ eq.)	Cumulatif	Entre 2020 et 2100 : 280-1'370 Gt CO ₂ eq. GIEC, AR6	Empreinte carbone (en kg CO ₂ eq.)	Entre 2020 et 2100 : 280-1'370 Gt CO ₂ eq.	Entre 2020 et 2100 : 29-143 t CO ₂ eq./pers	Entre 2020 et 2100 : 30-149 Gt CO ₂ eq.	0,31 %	Entre 2020 et 2100 : 94'000-463'000 t CO ₂ eq.	en 2050 : 2'118 t CO ₂ eq.

Tableau 15 : synthèse des calculs, de la limite planétaire à la valeur cible de l'UNIL – changement climatique. CCD (UNIL), 2023.

Bilan

Pour dessiner le Donut, une seule valeur cible doit être considérée et comparable à l'état actuel de l'indicateur concerné : les émissions actuelles de l'UNIL (2019) sont donc comparées aux émissions restantes de GES que l'UNIL doit émettre en 2050 suivant sa courbe de descente.

Indicateur	État actuel	Valeur cible pour 2050	Dépassement par rapport à l'espace juste et sûr du Donut
Émissions de GES directes et indirectes de l'UNIL, en tonnes CO ₂ eq./an	42'360	2'118 soit 5% des émissions de GES de l'UNIL en 2019	x20

Tableau 16 : synthèse des impacts de l'UNIL sur le changement climatique, au regard du Donut. CCD (UNIL), 2023.

Suivant ce calcul, l'UNIL doit diviser ses émissions de GES par 20 entre 2019 et 2050, afin de rentrer dans l'espace défini comme juste et sûr dans le cadre de l'UNIL ; sous réserve du respect des valeurs cibles intermédiaires (-50% d'émissions de GES en 2030) et de la génération d'émissions négatives en quantité suffisante pour équilibrer le bilan carbone de l'UNIL (t"Tableau 15").

4.2. Érosion de la biodiversité globale

Indicateur
Indicateur du Donut UNIL

L'indicateur retenu est un marqueur agrégé de la perte relative, potentielle et réversible d'espèces, générée par des activités anthropiques entraînant la destruction d'habitats ou la pollution des milieux terrestres et aquatiques. Cet indicateur, exprimé en espèces par an (intégré au cours du temps et dans l'espace), est issu d'une méthode d'agrégation des pressions sur la biodiversité proposée par la méthode ReCiPe 2016 (*Ecosystem Quality Index*)⁵⁵ : sa capacité à représenter fidèlement la perte de biodiversité globale, notamment en nombre d'espèces, est discutable et doit être interprétée avec précaution. Dans le cadre de la déclinaison du Donut UNIL, cet indicateur est donc renommé « score de dommage potentiel à la biodiversité », sans unité. Il a également été utilisée par l'Université d'Oxford pour calculer ses impacts directs et indirects sur la biodiversité globale⁵⁶.

L’empreinte sur la biodiversité globale de l’UNIL, évaluée selon cet indicateur, est comparée à une variable de contrôle proposée par Steffen et al. en 2015, appelée le Biodiversity Intactness Index (BII). En appliquant un facteur de conversion à la valeur seuil proposée par Steffen et al., le BII devient comparable au *score de dommage potentiel à la biodiversité* (sans unité) utilisé dans le Donut UNIL⁵⁷.

Discussion

Si de nombreux marqueurs prouvent que la biodiversité subit une grave dégradation depuis le début de l’ère industrielle⁵⁸, l’état de la biodiversité dans le monde reste difficile à mesurer⁵⁹ : de nombreuses incertitudes subsistent et, si plusieurs indicateurs existent, peu sont compatibles avec une approche « consommation » qui implique de proposer un lien quantitatif entre les extinctions d’espèces et la consommation de biens et services. Au niveau global, Rockström et al. (2009) puis Steffen et al. (2015) ont proposé deux variables de contrôle relatives à la diversité biologique : l’une portant sur la diversité génétique, exprimée en taux d’extinction, et l’autre portant sur la diversité fonctionnelle, exprimée par un score, le BII.

En Suisse, en 2013 puis 2015, Frischknecht et al. ont mesuré l’indicateur de BDP (*Biodiversity Damage Potential*) qui se base sur l’usage des sols pour évaluer les dommages potentiels sur la faune et la flore⁶⁰. En analysant la perte d’habitat, plutôt que l’état absolu de la biodiversité, le BDP est un indicateur qui mesure les pressions opérées par les activités humaines sur la biodiversité. Néanmoins, il ne prend pas en compte la compétition pour les habitats ou les services écosystémiques⁶¹, ni la continuité des habitats entre eux. + De plus, aucune variable de contrôle globale n’est comparable, directement ou via des facteurs de conversion, avec l’indicateur BDP de Frischknecht et al.⁶² Plus récemment, l’European Environment Agency (EEA) et l’Office fédéral de l’énergie suisse (OFEN)⁶³ ont évalué l’intégrité de la biosphère grâce à un indicateur également basé sur la perte d’habitat intitulé *Potential for global species loss due to land use*. Néanmoins, cet indicateur n’est comparable à aucune variable de contrôle globale.

Compte-tenu des éléments susmentionnés, c’est le BII de Steffen et al.⁶⁴ qui est sélectionné comme variable de contrôle pour le Donut UNIL. + Cette variable, évaluée entre 0 et 100%⁶⁵, exprime la + raréfaction des populations d’espèces due aux activités anthropiques.

Cet indicateur est un marqueur relatif de la perte de biodiversité, utilisant comme point de référence l’abondance des populations pendant l’ère pré-industrielle⁶⁶. Steffen et al. suggèrent que le BII est un meilleur marqueur de la dégradation des écosystèmes que le changement de couverture du sol, qui ne capte qu’une partie des causes d’érosion de la biodiversité. Néanmoins, la valeur seuil globale proposée par Steffen et al. en 2015 – utilisée pour le Donut UNIL – est considérée comme peu fiable par ses auteur·trices : la limite de 90% de BII est proposée comme une valeur préliminaire avec de nombreuses incertitudes⁶⁷.

En outre, la base de données ecoinvent, utilisée pour analyser les impacts sur les limites planétaires des flux de matière et d’énergie à l’UNIL (en savoir plus en pages 116 à 128), n’intègre pas directement l’indicateur BII. Elle exprime la perte de biodiversité grâce à un indicateur agrégé, nommé *Ecosystem Quality Index*, proposé dans la méthode ReCiPe 2016⁶⁸. Cet indicateur permet d’obtenir une image des impacts de l’UNIL sur la biodiversité dans le monde, en sachant que la méthode ReCiPe 2016 simule l’impact de plusieurs sources de dégradation de la biodiversité marine et terrestre (impacts actuels et futurs). Néanmoins, celui-ci ne fournit qu’une indication des impacts des activités de l’UNIL sur la biodiversité, utilisable de manière comparative, mais qui n’exprime en rien un impact absolu sur l’érosion globale de la biodiversité. Les impacts sur les écosystèmes marins notamment semblent sous-estimés dans la mesure où des facteurs

+ Dans son analyse sur l’impact de la Suisse sur les limites planétaires, Dao et son équipe ont utilisé cet indicateur mais ont fixé une valeur cible inspirée des politiques de conservation de la biodiversité plutôt qu’une valeur cible issue des recommandations scientifiques.

+ Le score BII peut être supérieur à 100% pour certains groupes fonctionnels si les activités humaines participent à augmenter l’abondance des espèces dans ce groupe.

+ Abondance au sein de tous les groupes fonctionnels.

principaux de destruction de la biodiversité aquatique (dont la surpêche) ne sont pas intégrés aux calculs du *Ecosystem Quality Index*⁶⁹.

Pour comparer l'empreinte actuelle de l'UNIL sur la biodiversité avec la variable de contrôle associée, un facteur de conversion entre le BII et le *Ecosystem Quality Index* de ReCiPe est utilisé, conformément à la méthode proposée par Doka (2016). Celui-ci réduit la fiabilité de la variable de contrôle convertie en équivalent *Ecosystem Quality Index*. Les résultats sont exprimés en *score de dommage potentiel à la biodiversité*, sans unité.

État actuel

L'état actuel des dommages potentiels à la biodiversité générés par les activités de l'UNIL est calculé suivant la méthode d'analyse de flux de matière et d'énergie (décrite en pages 116 à 128) et suivant le périmètre d'analyse décrit à la page 106.

Les calculs montrent qu'en 2019 l'UNIL a généré un score de dommage potentiel à la biodiversité de 2,64, dont presque la moitié est attribuée à la production et au transport des biens de consommations achetés par l'UNIL (tableau 17).

Secteur d'impact	Empreinte sur la biodiversité globale de l'UNIL (2019)	
	Score (sans unité)	en % du total
Alimentation	0,48	18,1%
Bâtiments et espaces verts	0,45	16,9%
Mobilité	0,47	17,9%
Biens de consommation et déchets	1,24	47,1%
Total	2,64	100%

Tableau 17 : empreinte sur la biodiversité globale de l'UNIL, par poste. Année de référence : 2019. CCD (UNIL), 2023.

Valeur cible

La variable de contrôle mobilisée est le BII de Steffen et al. : sa valeur seuil globale est fixée à 90%⁷⁰. Pour convertir cette valeur seuil en valeur comparable à l'indicateur du Donut UNIL (score de dommage potentiel à la biodiversité calculé suivant le *Ecosystem Quality Index* de ReCiPe 2016), Doka propose un facteur de conversion⁷¹ : en multipliant le nombre d'espèces connues selon ReCiPe (+ 1,95 millions d'espèces⁷²) par la perte relative d'espèces disparues (de manière réversible) vraisemblablement acceptable dans le cadre des limites planétaires (+ 100% – 90% = 10% des espèces)⁷³, on obtient un nombre absolu d'espèces disparues (de manière réversible, par an et en moyenne dans les différents biomes) qu'il ne faudrait pas dépasser.

Ainsi, la valeur seuil globale en équivalent *Ecosystem Quality Index* est fixée à 195'000 espèces. Déclinée à l'UNIL suivant la méthode d'allocation des limites planétaires (f"Figure 5"), la valeur cible pour l'UNIL en 2050 est égale au budget attribué à l'UNIL, soit un score de dommage potentiel à la biodiversité de 0,09 (tableau 18).

+ Les auteur-trices de la méthode ReCiPe soulignent que le nombre réel d'espèces sur Terre est bien supérieur au nombre d'espèces connues et utilisé ici. Néanmoins, le chiffre de 1,95 millions d'espèces n'est utilisé que pour calculer la perte relative d'espèces, en raison des activités anthropiques (Goedkoop et al. 2013 in Doka, 9.). Les chiffres absolus qui en émergent (en nombre d'espèce.an/an) pourraient générer des mécompréhensions : l'indicateur retenu pour le Donut UNIL est donc renommé « score de dommage potentiel à la biodiversité », sans unité.

+ Doka souligne qu'un BII de 90% ne signifie pas que 10% des espèces dans le monde disparaissent chaque année: il s'agit d'un score de dommage réversible, qui compare l'abondance et la richesse spécifique d'un biome donné, avant l'ère industrielle, à l'abondance et la richesse spécifique de ce même biome soumis aux activités anthropiques. Un BII de 90% signifie que, en moyenne dans tous les biomes terrestres et marins, 90% des espèces présentes avant l'ère industrielle sont encore présentes en abondance équivalente (Doka, 9.)

Limite planétaire	Variable de contrôle	Type de budget	Valeur seuil globale	Indicateur du Donut UNIL	Budget mondial	Budget individuel par personne (2050)	Budget pour le canton de Vaud (2050)	Part des impacts du canton attribuée à l'UNIL en 2019	Budget pour l'UNIL (2050)	Valeur cible Donut UNIL (2050)
Érosion de la biodiversité globale	BII (en %)	Annuel	90% Steffen et al. (2015)	Empreinte sur la biodiversité globale (score de dommage potentiel à la biodiversité, sans unité)	195'000	0,00002	21,33	0,41% Moyenne des valeurs associées aux autres limites planétaires	0,09	0,09

Tableau 18: synthèse des calculs, de la limite planétaire à la valeur cible de l'UNIL – érosion de la biodiversité. CCD (UNIL), 2023.

Notons que, en 2022, les impacts du canton de Vaud sur la biodiversité globale n'ont pas encore été quantifiés, suivant l'indicateur *Ecosystem Index Quality* de ReCiPe 2016. Or, cette valeur est nécessaire pour attribuer la part du budget 2050 du canton de Vaud, à l'UNIL (en savoir plus en pages 114 à 116). La part des impacts sur la biodiversité globale de l'UNIL, par rapport au canton de Vaud, est donc considérée comme équivalente à la moyenne des impacts relatifs de l'UNIL sur les autres limites planétaires: l'UNIL représente en moyenne 0,41% des impacts du canton de Vaud sur le changement climatique, le cycle de l'azote et le cycle de l'eau. Ce calcul prend pour hypothèse de travail que les impacts des activités de l'UNIL sur la biodiversité mondiale (par rapport aux impacts du canton sur celle-ci) sont proportionnels aux impacts des activités de l'UNIL sur les autres limites planétaires (par rapport aux impacts du canton sur ces autres limites). Le ratio moyen de 0,41% est ainsi utilisé dans le calcul du budget de l'UNIL relatif à l'érosion de la biodiversité globale (tableau 19).

Bilan

L'analyse des impacts de l'UNIL montrent que, en 2019, l'Université dépasse de 30 fois les limites planétaires en matière de perte de biodiversité globale (tableau 19).

Indicateur	État actuel	Valeur cible pour 2050	Dépassement par rapport à l'espace juste et sûr du Donut
Empreinte sur la biodiversité globale (Score de dommage potentiel à la biodiversité, sans unité)	2,64	≤ 0,09	x30

Tableau 19: synthèse des impacts de l'UNIL sur l'érosion de la biodiversité globale, au regard du Donut. CCD (UNIL), 2023.

4.3. Perturbations du cycle de l'azote

Indicateur

Indicateur du Donut UNIL

L'indicateur retenu est une empreinte azote, évaluée en masse d'azote issu des engrais agricoles qui est perdu dans les milieux naturels par évaporation ou par ruissellement. L'azote ainsi émis en excès dans les milieux naturels génère une eutrophisation des milieux aquatiques, qui entraîne la destruction des écosystèmes. Cet indicateur est utilisé dans les déclinaisons récentes des limites planétaires au niveau de la Suisse⁷⁴ et de l'Europe⁷⁵.

Discussion

Parmi les neuf limites planétaires identifiées par Rockström et al. en 2009⁷⁶, la perturbation des cycles biogéochimiques englobe en réalité deux variables de contrôle : l'une relative à l'azote et l'autre relative au phosphore. Les valeurs seuils globales sont évaluées pour ces deux variables : il aurait donc été méthodologiquement plus juste de choisir pour l'UNIL deux indicateurs relatifs aux cycles biogéochimiques, l'un traitant de l'azote et l'autre du phosphore. Néanmoins, d'après Dao et al. (2015), les données sur l'empreinte phosphore de la Suisse sont trop lacunaires pour donner lieu à une analyse. De plus, cette même étude identifie l'azote comme l'une des quatre limites planétaires prioritaires pour la Suisse : à échelle nationale, l'azote fait effectivement partie des limites où la Suisse dépasse très largement le seuil planétaire⁷⁷. De plus, entre les années 1960 et 2013, la quantité d'azote synthétique utilisée dans le monde a augmenté de 85 Tg N/an, tandis que celle de phosphore synthétique a augmenté de 10 Tg P/an⁷⁸. L'azote est ainsi le fertilisant chimique le plus utilisé dans le monde. C'est pourquoi et par souci de simplification, seul un indicateur lié à l'azote est conservé dans le set d'indicateurs du Donut UNIL.

Plusieurs variables de contrôle globales existent pour le cycle de l'azote, mais la majorité se concentrent sur le secteur agricole et non sur l'ensemble des secteurs d'émissions d'azote dans les milieux naturels. En effet, d'après Dao et al. (2015), les fertilisants agricoles représentent 63% de la fixation mondiale d'azote (2005)⁷⁹. La deuxième source d'azote la plus importante est le secteur des transports (13% en 2005), qui émet d'importantes quantités de NO_x liées à la combustion d'énergie fossile⁸⁰. La part restante de la fixation d'azote est issue d'une dynamique naturelle. Considérant la part de responsabilité majeure de l'agriculture dans les émissions d'azote, les études les plus récentes sur les limites planétaires⁸¹ ont choisi un indicateur lié à l'usage de fertilisants agricoles pour évaluer l'état de l'empreinte azote au regard des seuils globaux. Elles négligent donc les émissions non intentionnelles de NO_x dues au transport et aux industries.

Considérant seulement l'azote agricole, deux variables de contrôles et leur valeur seuil globale respective sont identifiées dans la littérature scientifique : l'azote perdu dans les milieux naturels⁸² et l'azote fixé intentionnellement (azote industriel produit par le procédé Haber-Bosch et fixation biologique intentionnelle par les légumineuses)⁸³.

Sachant que les impacts écologiques de l'azote actif ne sont pas directement proportionnels à la quantité d'azote fixé ou à la quantité d'engrais azoté utilisé⁸⁴, mais que ceux-ci sont engendrés par les pertes d'azote dans l'air et dans l'eau, Dao et al. et l'EEA préfèrent utiliser l'indicateur relatif aux pertes d'azote, en kilogramme d'azote équivalent perdu dans l'air et dans l'eau : ce même choix est adopté pour le Donut UNIL. Dao et al. (2015) considèrent néanmoins que la valeur seuil globale qu'ils mobilisent est peu fiable, car basée sur un nombre limité de publications scientifiques⁸⁵.

État actuel

L'actuelle empreinte azote de l'UNIL est reconstituée en opérant la somme des émissions d'azote – sous forme d'ammoniac et de nitrates dans l'air, de nitrates dans le sol et d'azote, d'ammonium, de nitrates et de nitrites dans l'eau – générées par les flux de matière et d'énergie liés aux activités de l'UNIL (en savoir plus en pages 116 à 128).

Les calculs montrent qu'en 2019 l'UNIL a ainsi généré près de 54'000 tonnes d'azote émis en excès dans les milieux naturels, dont la quasi-totalité est attribuée à l'alimentation des membres de la communauté universitaire (tableau 20).

Secteur d'impact	Empreinte azote de l'UNIL (2019)	
	en kg N/an	en % du total
Alimentation	53'755	99,8%
Bâtiments et espaces verts	2	0,0%
Mobilité	0	0,0%
Biens de consommation et déchets	119	0,2%
Total	53'876	100%

Tableau 20 : empreinte azote de l'UNIL, par poste. Année de référence : 2019. CCD (UNIL), 2023.

À noter que l'indicateur sélectionné et la variable de contrôle associée ne concernent que l'azote agricole. Aussi, les autres émissions d'azote, liées au secteur du transport notamment, ne sont pas incluses aux résultats ci-dessus.

Valeur cible

La valeur cible pour 2050 est égale au budget attribué à l'UNIL, suivant la méthode d'allocation des limites planétaires décrite à la page 114 : soit 25'396 tonnes d'azote perdu annuellement, au maximum (tableau 21). Cette valeur est obtenue par déclinaison de la valeur seuil globale de 47,6 Tg N, fixée par Dao et al. en 2015⁸⁶ :

+ une valeur globale discutée dans la littérature compte-tenu du caractère régional des cycles biogéochimiques^{87, 88}.

+ En 2020, l'EEA et l'OFEN considèrent une valeur seuil globale de 28,5 Tg N/an, en pertes d'azote agricole dans les milieux naturels. Cette valeur seuil, bien inférieure à celle proposée par Dao et al. en 2015, est décrite comme « prudente » par ses auteur·trices. Celle-ci aurait pu être utilisée pour calculer la valeur cible de l'UNIL, ce qui aurait mené à un dépassement de la valeur cible de 3,5, par rapport à l'empreinte azote de l'UNIL en 2019.

Limite planétaire	Variable de contrôle	Type de budget	Valeur seuil globale	Indicateur du Donut UNIL	Budget mondial	Budget individuel par personne (2050)	Budget pour le canton de Vaud (2050)	Part des impacts du canton attribuée à l'UNIL en 2019	Budget pour l'UNIL (2050)	Valeur cible Donut UNIL (2050)
Perturbations du cycle de l'azote	Azote perdu dans les milieux naturels (en kg N/an)	Annuel	47'600 000 t N/an Dao et al. (2015)	Empreinte azote (en kg N/an)	47'600' 000 t N/an	5,0 kg N/an	5'205'649 kg N/an	0,49%	25'396 kg N/an	25'396 kg N/an

Tableau 21 : synthèse des calculs, de la limite planétaire à la valeur cible de l'UNIL – cycle de l'azote. CCD (UNIL), 2023.

La part des impacts de l'UNIL par rapport au canton de Vaud est calculée suivant l'empreinte azote moyenne par personne en Suisse (13,7 kg N/personne.an, selon Dao et al. (2015)). L'empreinte azote d'un·e habitant·e du canton de Vaud en 2019 peut varier à la marge par rapport à cette moyenne Suisse dont les données datent de 2011.

Bilan

L'évaluation des pertes d'azote générées par les activités de l'UNIL montre qu'en 2019 l'Université dépasse de 2 fois cette limite planétaire (tableau 22).

Indicateur	État actuel	Valeur cible pour 2050	Dépassement par rapport à l'espace juste et sûr du Donut
Empreinte azote en kg d'azote agricole perdu/an	53'876	25'396	x2,1

Tableau 22 : synthèse des impacts de l'UNIL sur le cycle de l'azote, au regard du Donut. CCD (UNIL), 2023.

4.4. Perturbations du cycle de l'eau

Indicateur

Indicateur du Donut UNIL

L'indicateur du Donut UNIL relatif au cycle de l'eau est le volume d'eau bleue consommée, par an. L'eau bleue représente l'eau douce extraite du cycle local de l'eau en raison des activités humaines (qui augmentent notamment le volume d'eau évaporé depuis le réseau hydrographique local vers l'atmosphère). Cet indicateur est exprimé en mètres cubes d'eau et comprend l'ensemble des consommations d'eau de l'UNIL, directes et indirectes, incluses dans la chaîne de production des biens consommés : c'est l'empreinte hydrique de l'UNIL.

Discussion

Les déstabilisations du cycle de l'eau sont représentées, dans le modèle initial des limites planétaires, par les consommations en eau bleue. L'eau bleue désigne l'eau douce issue des précipitations atmosphériques qui s'écoule dans les cours d'eau jusqu'à la mer, ou qui est recueillie dans les lacs, les acquièrès ou les réservoirs. Cet indicateur ne comprend pas l'ensemble des consommations d'eau, mais uniquement la part de l'eau consommée qui est retirée du cycle naturel local, par évaporation notamment, et qui n'est donc plus disponible dans le bassin versant d'origine pour les humains et les écosystèmes. L'indicateur s'exprime en mètres cubes d'eau.

Rockström et al. (2009) ont défini un seuil global lié à l'eau bleue, que Steffen et al. (2015) ont complété de seuils régionaux adaptés aux bassins versants⁸⁹. En 2022, une étude complémentaire a quantifié l'état des réserves d'eau verte (eau issue des précipitations atmosphériques stockée dans le sol et dans la biomasse) dans le monde et a montré que les valeurs seuils globales associées sont dépassées⁹⁰.

En l'état actuel des données disponibles sous l'angle « consommation », ⁺ seules les consommations en eau bleue sont calculables pour l'UNIL. La variable de contrôle proposée par Steffen et al. en 2015 est donc retenue comme indicateur pour le Donut UNIL, malgré le manque de fiabilité de la valeur seuil globale proposée par Rockström et al. En effet, la rigueur scientifique de cette limite a été débattue au sein de la communauté scientifique, tant à propos de l'échelle pertinente pour fixer un seuil global sur la consommation d'eau, qu'à propos de la valeur du seuil proposée par Rockström et al.⁹¹.

⁺ Si la limite planétaire relative à l'eau verte est consolidée par d'autres publications scientifiques et que les bases de données internationales intègrent cet indicateur, un indicateur supplémentaire relatif à l'eau verte pourra être ajouté au système de monitoring du Donut UNIL.

Comme suggéré par Steffen et al. (2015), le cycle hydrologique étant très dépendant des conditions locales, une valeur cible liée aux enjeux locaux de partage de l'eau au sein du bassin versant du Rhône vient compléter le seuil global décliné à l'UNIL.

État actuel

Empreinte hydrique globale

+ Cette méthode d'agrégation des données de sortie de la base ecoinvent, inspirée de Doka (2016), n'intègre pas l'eau contenue dans les biens consommés à l'UNIL. L'auteur suggère néanmoins que l'eau contenue dans les biens consommés est généralement minoritaire par rapport à l'eau évaporée. Aussi, les résultats issus de ecoinvent sont probablement sous-estimés, mais restent significatifs.

L'actuelle empreinte hydrique globale de l'UNIL est reconstituée (+ [tableau 23](#)) en opérant la somme des émissions d'eau dans l'air (eau évaporée) – générées par les flux de matière et d'énergie liés aux activités de l'UNIL. Les calculs montrent qu'en 2019 l'UNIL a ainsi consommé plus de 990'000 m³ d'eau bleue, dont près de la moitié est liée à l'alimentation et seulement un tiers lié aux bâtiments et espaces verts ([tableau 23](#)). La consommation directe d'eau potable sur le campus représente moins de 1% de l'empreinte hydrique de l'UNIL (hors arrosage).

Empreinte hydrique régionale

Le calcul de l'empreinte hydrique régionale de l'UNIL est réalisé afin d'explorer l'impact de l'UNIL sur son bassin versant. La méthode de calcul de l'empreinte hydrique régionale est la même que celle de l'empreinte hydrique globale : seul le périmètre sectoriel de l'analyse change. Ainsi, seules les émissions d'eau dans l'air (évaporation) associées :

- Aux postes de consommation d'eau potable à l'UNIL ;
- Et à la consommation d'aliments + [vraisemblablement produits](#) dans le bassin versant du Rhône ;

sont agrégées pour obtenir une estimation de l'empreinte hydrique régionale de l'UNIL.

Le périmètre sectoriel adopté est donc considérablement réduit, en faisant l'hypothèse qu'en dehors de l'eau potable et des aliments, la quasi-totalité des biens consommés à l'UNIL et ayant une empreinte hydrique importante sont importés depuis l'extérieur du bassin versant du Rhône. Cette hypothèse exclut peut-être des produits biosourcés non alimentaires (matériaux de construction, engrais organique, etc.) produits dans le bassin versant régional.

Les résultats issus de ce calcul ([tableau 23](#)), dont le périmètre géographique et sectoriel est redéfini, sont à interpréter avec prudence, car peu fiables en raison des données incomplètes sur l'origine des produits alimentaires consommés par la communauté UNIL. Malgré les limites et approximations susmentionnées, cette première évaluation de l'empreinte hydrique régionale de l'UNIL permet de guider l'institution vers un partage juste et équitable de l'eau, compatible avec le contexte local.

+ En l'absence de données précises sur l'origine des produits alimentaires consommés, les produits alimentaires issus des cantons de Vaud, Valais et Genève sont intégrés au périmètre de l'empreinte hydrique régionale. Pour les produits de provenance suisse (sans indication plus précise sur le canton de production), 20% de la masse des produits a été attribuée au bassin versant du Rhône. Par contre, les produits alimentaires consommés à l'UNIL, produits dans le département de l'Ain ou la vallée du Rhône française (située en aval du Léman, mais dans le bassin versant du Rhône) ne peuvent pas être identifiés en l'état actuel de la base de données et ne sont donc pas inclus à l'empreinte hydrique régionale. Enfin, les données disponibles sur l'origine des produits consommés ne concernent que les produits vendus dans les cafétérias universitaires. Le calcul de l'empreinte hydrique régionale prend pour hypothèse que la distribution géographique des aliments consommés à l'UNIL (mais pas achetés dans les cafétérias) est la même que celle des produits vendus dans les cafétérias. Les résultats obtenus suivant ces hypothèses sont probablement surestimés par rapport à la réalité.

Secteur d'impact	Empreinte hydrique globale de l'UNIL (2019)	
	en m ³ d'eau bleue par an	en % du total
Alimentation	456'819	46,00%
Bâtiments et espaces verts	279'726	28,00%
Mobilité	91'640	9,00%
Biens de consommation et déchets	163'563	16,00%
Total	991'748	100,00%
<i>dont empreinte hydrique régionale</i>	46'462	4,7%

Tableau 23 : empreinte hydrique l'UNIL par poste. Année de référence : 2019. CCD (UNIL), 2023

Valeur cible

Le caractère global de la limite planétaire associée au cycle de l'eau ne faisant pas consensus⁹², le Donut UNIL – tout comme le modèle de limites planétaires proposé par Steffen et al. en 2015 – contient une double valeur cible pour son empreinte hydrique :

- Une valeur cible globale, issue de la déclinaison du seuil global selon la méthode mentionnée en page 42;
- Une valeur cible régionale, cohérente avec les enjeux socio-écologiques locaux, qui devrait être calculée à l'échelle du bassin versant du Rhône, comme Steffen et al. (2015) le proposent.

Empreinte hydrique globale

La valeur cible pour l'empreinte hydrique globale est définie suivant le budget attribué à l'UNIL, calculé suivant la méthode d'allocation des limites planétaires décrite dans la Figure 5. Il en résulte un budget annuel de 1,87 millions de m³ d'eau bleue (tableau 24). Cette valeur est obtenue par déclinaison de la valeur seuil globale de 4'000 km³, proposée par Steffen et al. en 2015. L'empreinte hydrique globale de l'UNIL étant inférieure au budget de l'UNIL en 2019, la valeur cible pour 2050 consiste à limiter l'empreinte hydrique globale sous 1,87 millions de m³ annuel.

Empreinte hydrique régionale

La valeur cible pour l'empreinte hydrique régionale de l'UNIL reste à définir, en l'absence de valeur seuil connue à l'échelle du bassin versant du Rhône.

Dans une approche Donut, cette valeur seuil devrait être modélisée de manière à répartir la ressource en eau équitablement au sein des populations humaines et des écosystèmes qui en dépendent (depuis les sources du Rhône jusqu'à son embouchure, en France). Idéalement, le calcul de la valeur seuil devrait notamment prendre en compte les facteurs suivants :

- L'évolution du régime hydrologique dans le bassin versant et en aval du Léman, en fonction du changement climatique (+ volume d'eau disponible suivant les scénarios de changement climatique);
- La part du volume d'eau disponible utilisable, en raison des limites physiques et techniques;
- Le débit minimal des cours d'eau et niveau minimal des lacs pour préserver les écosystèmes aquatiques et humides fragilisés par le changement climatique (réévaluation du débit d'étiage selon les scénarios climatiques);
- Le volume d'eau nécessaire pour assurer les besoins humains fondamentaux des habitant·es vivant en aval du lac Léman, notamment suivant l'évolution des besoins en irrigation pour chaque + scénario climatique;
- L'allocation des ressources en eau par secteur d'activité et la part attribuée à l'UNIL, dans le futur.

Une telle valeur seuil, inspirée du concept de Environmental water flow (EWF)⁹³ ou des travaux de Wallace et al. (2003)⁹⁴, de Flörke et al. (2018)⁹⁵, de Zipper et al. (2020)⁹⁶ ou de Ferretto et al. (2020)⁹⁷, reste à définir pour le bassin versant du Rhône afin de guider les politiques de transition et d'adaptation face au changement climatique.

+ Scénarios hydriques partiellement modélisés dans le cadre du projet suisse Hydro-CH2018.

+ Le projet « SwissIrrigationInfo » financé par l'OFEV produira, d'ici 2024, des données relatives à ce sujet en Suisse.

Limite planétaire	Variable de contrôle	Type de budget	Valeur seuil	Indicateur du Donut UNIL	Budget total (global ou régional)	Budget individuel par personne (2050)	Budget pour le canton de Vaud (2050)	Part des impacts du canton attribuée à l'UNIL en 2019	Budget pour l'UNIL (2050)	Valeur cible Donut UNIL (2050)
Perturbations du cycle de l'eau	Consommation d'eau bleue (en m³/an)	Globale	4'000 km³/an Steffen et al. (2015)	Empreinte hydrique globale (en m³/an)	4'000 km³/an	419 m³/an	437'449'455 m³/an	0,43%	1'868'763 m³/an	< 1'868'763 m³/an
		Régionale	Inconnue	Empreinte hydrique régionale (en m³/an)	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu	A définir

Tableau 24: synthèse des calculs, de la limite planétaire à la valeur cible de l'UNIL – perturbations du cycle de l'eau. CCD (UNIL), 2023.

Bilan

Les données disponibles montrent que l'UNIL ne dépasse pas la limite planétaire relative au cycle de l'eau (bleue), par rapport à la valeur seuil globale définie par Steffen et al. (mais dont la pertinence est débattue au sein de la communauté scientifique). L'état, actuel et futur, du cycle de l'eau régional et les impacts de l'UNIL sur celui-ci sont inconnus à l'heure actuelle: il est possible que les activités de l'UNIL dépassent la valeur seuil régionale qui pourrait lui être attribuée, en matière de consommation d'eau.

Indicateur	État actuel	Valeur cible pour 2050	Dépassement par rapport à l'espace juste et sûr du Donut
Empreinte hydrique globale en m³ eau bleue/an	991'748	< 1'868'763	x0,53
Empreinte hydrique régionale en m³ eau bleue/an	46'462	Inconnue	Inconnu

Tableau 25: synthèse des impacts de l'UNIL sur le cycle de l'eau, au regard du Donut. CCD (UNIL), 2023.

4.5. Qualité de l'air local

Indicateur
Indicateur du Donut UNIL

L'indicateur de qualité de l'air est un indicateur relatif à la surexposition de la population de l'UNIL à 3 polluants atmosphériques suivis dans les campagnes de mesure de la qualité de l'air (ozone, particules fines, dioxyde d'azote).

Il s'agit d'un indicateur agrégé qui cumule le nombre de jours dans l'année où la pollution de l'air dépasse les seuils de l'OMS⁹⁸ sur le campus de Dorigny. Le nombre de jours de surexposition par polluant (O₃, PM_{2,5}, NO₂), au cours d'une année, est additionné, sans tenir compte de la probable surexposition à deux ou trois polluants différents + au cours de la même journée. Cet indicateur est un marqueur du risque pour la santé humaine.

+ Le nombre réel de jours dans l'année où la population est surexposée à un ou plusieurs polluants est probablement inférieur, étant donné que plusieurs polluants peuvent présenter simultanément des concentrations supérieures aux seuils de l'OMS.

Discussion

L'indicateur sélectionné pour le Donut UNIL reflète l'état absolu de la qualité de l'air sur le campus de l'Université, mais pas les impacts de l'UNIL sur celle-ci. Dans une logique de réduction des impacts écologiques de l'UNIL, cet indicateur peut s'avérer moins pertinent que les indicateurs écologiques globaux exprimés sous forme d'empreinte.

Pourtant, il est possible de quantifier au moins une partie des impacts de l'UNIL en matière de pollution de l'air : à savoir la quantité de polluants atmosphériques émis par la mobilité pendulaire des membres de l'UNIL et par ses chaudières thermiques (ceci excluant des sources de pollution moins étudiées, comme les revêtements de façade par exemple). Par contre, il n'existe pas de valeur seuil partagée par la communauté scientifique autour des émissions de polluants atmosphériques, similaires aux valeurs seuils globales fixées par la communauté scientifique en matière d'émissions de GES ou d'azote. De plus, les polluants atmosphériques sont des polluants diffus, très volatiles, dont la diffusion spatiale est complexe à modéliser. Aussi, il est très difficile de comparer les émissions de polluants atmosphériques issues de l'UNIL avec les valeurs seuils connues en matière de concentration de polluants dans l'air.

S'il est certain que les impacts de l'UNIL sur la concentration en polluants mesurée sur le campus sont minoritaires par rapport à d'autres sources locales (⁺ [trafic routier local](#), industries, agriculture, etc.), l'indicateur choisi permet de prendre la mesure des éventuels risques sanitaires auxquels est exposée la communauté universitaire.

En effet, les seuils fixés par les scientifiques, relatifs à la pollution de l'air sont le plus souvent fixés de manière à réduire leur nocivité pour la santé humaine. C'est la concentration en polluants atmosphériques et la fréquence d'exposition qui définissent le niveau de dangerosité pour les humains. Ainsi, en 2021, les lignes directrices mondiales de l'OMS sur la qualité de l'air ont fixé, suivant six revues systématiques de plus de ⁺ [500 articles](#), des seuils de référence pour réduire le nombre de décès humains lié à la qualité de l'air. Si ces seuils étaient respectés, cela permettrait par exemple d'éviter près de 80% des décès liés aux particules fines dans le monde⁹⁹.

Ces seuils présentent le désavantage d'être anthropocentrés. Or, la recherche montre que la pollution de l'air est également délétère pour la bonne santé des écosystèmes. Néanmoins, les concentrations maximales en polluants, préconisées par exemple par la directive européenne sur la qualité de l'air ambiant afin de protéger la végétation, sont moins exigeantes que les valeurs seuils définies par l'OMS pour la santé humaine¹⁰⁰.

Ainsi, malgré les limites susmentionnées, l'indicateur et les seuils développés par l'OMS dans ses lignes directrices publiées en 2021 sont utilisés pour quantifier la thématique « Qualité de l'air local » dans le Donut UNIL.

⁺ Les statistiques du Canton de Vaud montrent que la population vaudoise parcourt environ 8 milliards de kilomètres par an en transport individuel motorisé (TIM) (source : hors-série Numéros, juillet 2017). Les trajets pendulaires de la communauté UNIL représenteraient donc moins de 0,5% des kilomètres parcourus en TIM dans le canton.

⁺ World Health Organisation.

État actuel

Le nombre de jours de surexposition à chaque polluant est calculé conformément aux lignes directrices de l'OMS¹⁰¹:

- Une journée de surexposition à l'ozone (O_3) est définie comme une période de huit heures d'affilées où la concentration moyenne d'ozone dans l'air dépasse $100 \mu g/m^3$;
- Une journée de surexposition aux particules fines ($PM_{2.5}$) est définie comme une journée où leur concentration moyenne dans l'air dépasse $15 \mu g/m^3$;
- Une journée de surexposition au dioxyde d'azote (NO_2) est définie comme une journée où sa concentration moyenne dans l'air dépasse $25 \mu g/m^3$.

En l'absence de suivi significatif de la qualité de l'air sur les campus de l'UNIL, l'état actuel de l'exposition aux polluants atmosphériques est estimé suivant les mesures horaires réalisées par le Canton de Vaud¹⁰², dans les stations les plus proches du campus principal de l'UNIL (Dorigny): Lausanne (César Roux) et Morges (figure 17). Le nombre de jours de surexposition à chaque polluant est calculé pour ces **+ deux stations**, puis la mesure retenue pour l'UNIL est définie suivant la modélisation spatiale de concentration annuelle des polluants atmosphériques dans la région, réalisée par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) (tableau 28).

+ Relevés horaires post-traités informatiquement (logiciel de statistique) afin de calculer le nombre de jours de surexposition suivant les critères définis par les lignes directrices de l'OMS (2021).



Figure 16 : localisation des stations de mesure de la qualité de l'air les plus proches du campus de Dorigny (UNIL), dont les relevés sont utilisés pour évaluer l'état actuel de la qualité de l'air. CCD (UNIL), 2023.

Les modélisations spatiales de la qualité de l'air dans l'Ouest lausannois (figure 17), montrent que la qualité de l'air sur le campus de Dorigny est parfois équivalente à celle mesurée à la station Morges et parfois équivalente à celle mesurée à la station Lausanne-César Roux.

Suivant ces modélisations (tTableau 27):

- La surexposition aux particules fines ($PM_{2.5}$) sur le campus de l'UNIL est considérée équivalente la moyenne entre la surexposition mesurée à Morges et celle mesurée à Lausanne-César Roux, soit 61 jours en 2019.
- La surexposition au dioxyde d'azote (NO_2) sur le campus de l'UNIL est considérée équivalente à celle mesurée à Morges, soit 91 jours en 2019.
- La surexposition à l'ozone (O_3) sur le campus de l'UNIL est considérée équivalente à celle mesurée à Morges, soit 64 jours en 2019.

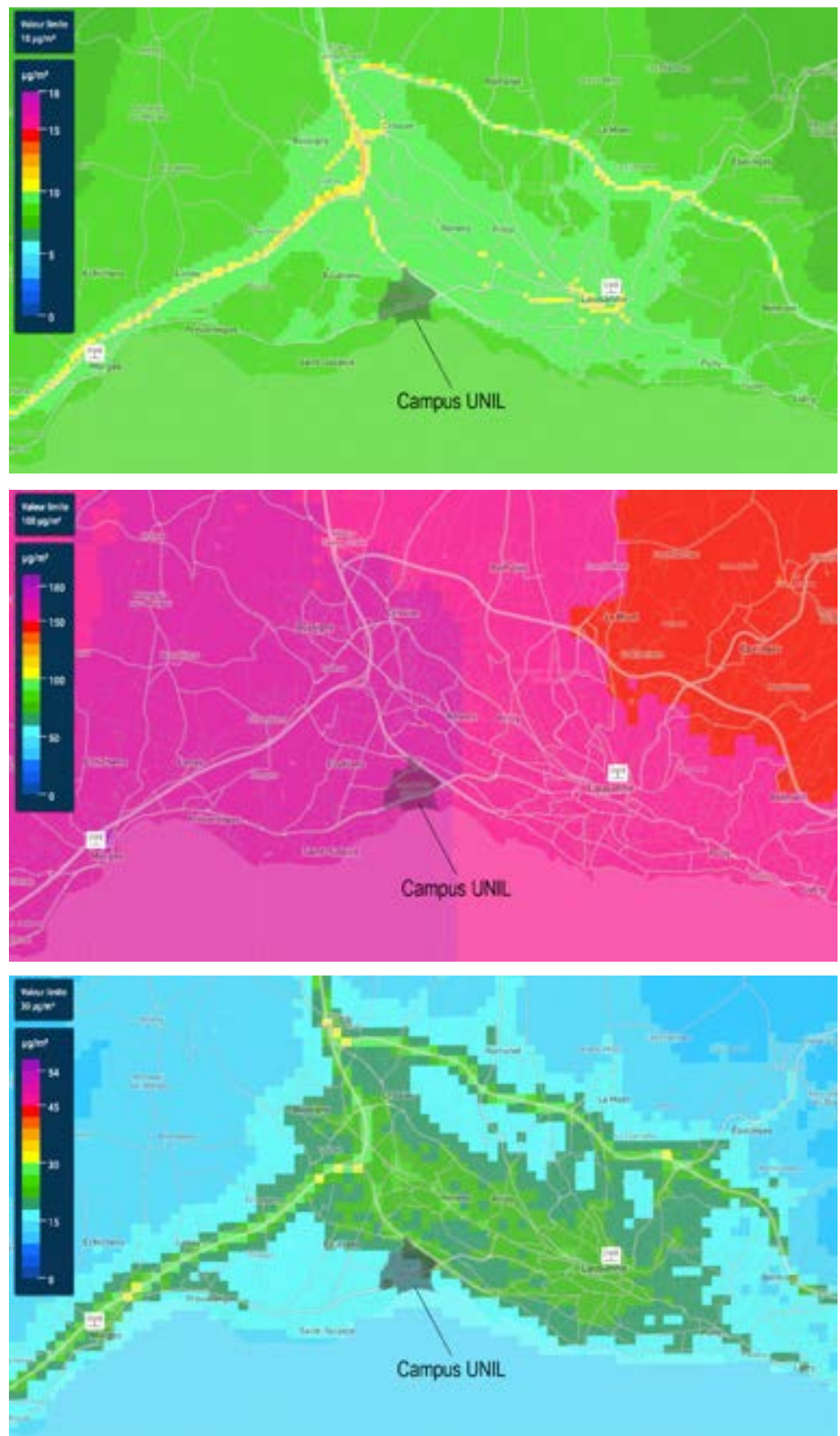


Figure 17 : cartes de la concentration en polluants atmosphériques dans l'Ouest lausannois, modélisée par un procédé d'interpolation à partir des mesures réalisées dans les stations de la Confédération, des Cantons et des villes. Moyennes annuelles spatialisées, pour l'année 2019. Source des données : OFEV. Annotations : CCD (UNIL), 2023.

+ Le nombre réel de jours de surexposition annuel est probablement inférieur, en supposant que plusieurs polluants sont présents en quantité supérieure aux seuils de l'OMS au cours de la même journée. Néanmoins, l'effet de ces surexpositions sur la santé de la communauté universitaire reste proportionnel à la somme des journées de surexposition définie comme indicateur pour le Donut UNIL.

Le nombre de jours de surexposition à chaque polluant est additionné pour obtenir l'état actuel de l'indicateur créé pour le Donut UNIL. Il en résulte que, **+ 216 jours par an**, les membres de la communauté UNIL sur le campus de Dorigny sont exposés à une concentration en pollution atmosphérique délétère pour leur santé (tableau 27).

Secteur d'impact	O ₃		PM _{2,5}		NO ₂	
Station de mesure	Morges	Lausanne (César Roux)	Morges	Lausanne (César Roux)	Morges	Lausanne (César Roux)
Nombre de jours de surexposition en 2019 à partir des données du Canton de Vaud	64	43	64	58	91	256
Valeur présumée pour le campus de Dorigny Suivant les cartes de modélisation spatiale des polluants (OFEV, 2019)	64		moyenne (64;58) = 61		91	
État de l'indicateur du Donut UNIL (2019)	64 + 61 + 91 = 216					

Tableau 26 : tableau de synthèse de la surexposition aux polluants atmosphériques à l'UNIL, en 2019. CCD (UNIL), 2023.

Valeur cible

La valeur cible associée à la qualité de l'air est inspirée des seuils recommandés par l'OMS en 2021 pour les trois polluants mesurés (PM_{2,5}, NO₂, O₃), en nombre de jours de surexposition par an. Ces seuils sont fixés respectivement à zéro jour (PM_{2,5}), trois jours (NO₂) et trois jours (O₃)¹⁰³ par an. La valeur cible choisie pour le Donut UNIL est la somme de ces trois seuils (en nombre de jours de surexposition), soit six jours par an. Cette valeur cible agrégée est moins exigeante que les seuils de l'OMS, car une seule journée de surexposition aux particules fines (PM_{2,5}) suffit à dépasser les seuils fixés par l'OMS.

Bilan

La qualité de l'air présumée sur le campus de l'UNIL dépasse de loin les valeurs seuils fixées par l'OMS, pour chaque polluant mesuré. L'état de l'indicateur en 2019 dépasse de 36 fois la valeur cible fixée pour 2050.

Indicateur	État actuel	Valeur cible pour 2050	Dépassement par rapport à l'espace juste et sûr du Donut
Nombre de jours cumulés dans l'année où la pollution de l'air (PM _{2,5} , NO ₂ , O ₃) dépasse les seuils de l'OMS (2021) sur le campus de Dorigny	216	≤ 6	x36

Tableau 27 : synthèse de l'état de la qualité de l'air, au regard du Donut UNIL.CCD (UNIL), 2023.

4.6. Qualité du réseau hydrographique local

Indicateur

Indicateur du Donut UNIL

La qualité du réseau hydrographique local est illustrée par la qualité de la rivière Chamberonne, qui traverse le campus universitaire de Dorigny. Plus spécifiquement, la qualité de la rivière est mesurée par deux indicateurs relatifs à la qualité physico-chimique et biologique de l'eau.

La qualité physico-chimique de la rivière est illustrée par la plus mauvaise note (entre *mauvaise* et *très bonne*) attribuée à :

- La concentration en macropolluants (nutriments) dans l'eau, mesurée par le Canton de Vaud (station Vidy UNIL);
- La concentration en pesticides (micropolluants) dans l'eau, mesurée par le Canton de Vaud (station Vidy UNIL).

La qualité biologique de la rivière est mesurée à travers l'indice IBCH à la station Vidy UNIL. L'IBCH est un marqueur de la diversité et abondance des groupes d'arthropodes présents dans le cours d'eau.

Discussion

L'indicateur sélectionné pour le Donut UNIL reflète l'état absolu de la qualité de la rivière Chamberonne, mais pas les impacts de l'UNIL sur celle-ci. La responsabilité de l'état mesurée à travers cet indicateur est donc partagée entre l'UNIL et toutes les acteur·trices générant des polluants ou autres pressions environnementales sur la rivière en amont du campus de l'UNIL. Dans une logique de réduction des impacts écologiques de l'UNIL, cet indicateur peut s'avérer moins pertinent que les indicateurs écologiques globaux, sous forme d'empreinte.

Néanmoins, cet indicateur mobilise les données aujourd'hui disponibles sur la Chamberonne, issues du suivi de la qualité de l'eau effectué par le Canton de Vaud, et les impacts directs de l'UNIL sur la qualité biologique et physico-chimique de la rivière sont difficiles à quantifier. Les pollutions et autres pressions sont diffuses, probablement introduites dans la Chamberonne en quantité + difficilement mesurable. Les principaux impacts présumés de l'UNIL sur le réseau hydrographique identifié, mais non mesurables à ce jour, sont :

- L'introduction de micropolluants et macropolluants dans les eaux de ruissellement (produits phytosanitaires, fongicides et autres traitements de façade des bâtiments, métaux lourds et microplastiques issus de l'abrasion des pneus sur les + voiries ou à l'abrasion des terrains de sport synthétiques, etc.);
- La modification du régime hydrologique et de la température du cours d'eau par rejet des eaux industrielles (+ issues de la station de chauffage) vers la rivière Chamberonne;
- L'introduction de substances médicamenteuses et de micropolluants chimiques dans les eaux usées.

En outre, l'indicateur est construit suivant la logique du Système modulaire gradué (SMG) suisse, qui contient initialement quatre dimensions relatives à la qualité des réseaux hydrographiques: l'écomorphologie des cours d'eau, leur qualité physico-chimique (teneur en micro et macropolluants), leur qualité biologique et leur débit (hydrologie). Par mesure de parcimonie, seules deux de ces dimensions sont retenues pour le Donut UNIL, mais toutes sont interdépendantes :

1. La mesure de la qualité biologique par l'IBCH est considérée, par la CIPEL, comme un marqueur de la qualité globale de l'écosystème: elle permet d'identifier l'existence d'une perturbation;
2. La mesure de la qualité physico-chimique permet de déterminer la source de la perturbation biologique¹⁰⁴.

+ Les méthodes d'échantillonnage de micropolluants d'origine diffuse présentent de nombreuses difficultés pratiques et limites théoriques (Rossi et Chesaux, 2013, 67.). Certaines méthodes d'échantillonnage sont plus pertinentes scientifiquement et sont donc à privilégier. Les auteur·trices de l'étude OFEV-EPFL sur les sources diffuses de pollution dans le lac Léman (2013) proposent des recommandations pour les futures campagnes de mesure (Rossi et Chesaux, chap. 6-7.).

+ Principale source de matière synthétique dans l'environnement, sous forme de microplastiques et macroplastiques, d'après l'OFEV (2022).

+ Une étude menée en 2012 sur le campus UNIL-EPFL a montré que les rejets d'eau industrielle dans la Chamberonne permettent « de garantir des conditions optimales pour la faune aquatique [survie de la truite lacustre] alors que dans l'état naturel celles-ci seraient considérées comme mauvaises » pour cette espèce (Sidler, 2012). Néanmoins, cette étude présente plusieurs limites, qu'il conviendrait d'explorer davantage pour mieux comprendre les impacts du rejet des eaux industrielles vers la rivière.

Ceci exclut les paramètres écomorphologiques et hydrologiques du cours d'eau, même s'ils sont influencés par le mode d'aménagement et d'entretien du campus universitaire.

Enfin, les indicateurs sélectionnés pour renseigner les paramètres physico-chimiques et biologiques du cours d'eau ne sont que des marqueurs, qui ne décrivent pas l'état des paramètres dans leur ensemble, mais qui sont reconnus comme de bons indicateurs d'une qualité globale.

État actuel

Les qualités physico-chimique et biologique de la Chamberonne sont évaluées selon l'échelle de qualité du SMG¹⁰⁵ (figure 18). Des seuils spécifiques à chaque indicateur définissent les classes de qualité. En cas d'indicateur agrégeant plusieurs sous-indicateurs (qualité chimique), la classe de qualité retenue pour l'indicateur agrégé est la plus défavorable.

Qualité physico-chimique de la Chamberonne

D'après les mesures réalisées par la Direction générale de l'environnement du Canton de Vaud, la teneur en macropolluants à la station Vidy UNIL est considérée comme bonne en 2019, mais moyenne en 2021 en raison des taux de phosphore et d'orthophosphates mesurés dans l'eau (tableau 28).

très bonne	bonne	moyenne	médiocre	mauvaise
------------	-------	---------	----------	----------

Figure 18 : échelle de classes de qualité et code couleur selon le SMG.

Qualité physico-chimique : Macropolluants (teneur en nutriments)	Origine des données	Carbone Organique Dissous (COD) mg/L	Ammonium (N-NH ₄) mg/L	Phosphore total brut mg/L	Orthophosphates P-PO ₄ mg/L	Azote total mg/L	Nitrate N-NO ₃ mg/L	Nitrite mg/L	Classe de qualité chimique retenue
Chamberonne station Vidy UNIL	Canton de Vaud (2019)	2,26 bonne	0,049 très bonne	0,04 bonne	0,02 bonne	3,13 très bonne	2,86 bonne	0,018 très bonne	Bonne
	Canton de Vaud (2021)	3,26 bonne	0,069 très bonne	0,09 moyenne	0,04 moyenne	4,09 bonne	3,60 bonne	0,019 très bonne	Moyenne

Tableau 28 : état récent de la teneur en nutriments dans la Chamberonne (2021). La note de qualité chimique attribuée par le Canton de Vaud est calculée suivant la méthode du SMG (Méthode d'analyse et d'appréciation des cours d'eau, Analyse physico-chimiques, nutriment, OFEV, 2010). Source des données : DGE (canton de Vaud), 2022

De plus, l'état physico-chimique de la Chamberonne relatif aux pesticides est considéré comme mauvais¹⁰⁶, avec 6 substances actives (herbicides et pesticides) identifiées avec une teneur dépassant 1µg/L¹⁰⁷ (entre 2016 et 2018). Cette évaluation, émise par la CIPEL, est opérée suivant des critères plus exigeants que ceux du **+ Canton de Vaud** : elle est retenue comme la plus proche de l'expertise scientifique par les auteur·trices du présent rapport (tableau 28).

+ Le Canton de Vaud attribue la classe de qualité « bonne » si 6 substances actives sont mesurées avec une concentration supérieure à 1µg/L.

Plus spécifiquement, la recherche montre que la concentration en pesticides dans la Chamberonne augmente drastiquement durant les épisodes pluvieux¹⁰⁸. Notamment, d'après Rossi et Chesaux (2013), les concentrations en diazinon (pesticide utilisé pour la culture, colza, fruits, légumes, et pour l'entretien des terrains de sport) et en terbuthylazine dépassaient les valeurs NQE lors des épisodes pluvieux, en 2013. Or, ces substances sont considérées comme très toxiques pour les microinvertébrés¹⁰⁹. Rossi et Cheseaux (2013) suspectent un apport urbain en diuron dans la Chamberonne¹¹⁰, notamment issu des traitements biocides appliqués sur les revêtements de façade¹¹¹.

Qualité physico-chimique Chamberonne, station Vidy UNIL	Origine des données et des seuils de qualité	Classe de qualité retenue	Classe de qualité physico-chimique globale retenue pour le Donut UNIL
Macropolluants (teneur en nutriments)	Canton de Vaud (2019)	Bonne	Mauvaise
Micropolluants (teneur en pesticides)	CIPEL (2019)	Mauvaise	

Tableau 29 : qualité physico-chimique de la Chamberonne en 2019. CCD (UNIL), 2023.

La qualité physico-chimique globale de la rivière Chamberonne, retenue suivant la méthode susmentionnée, est mauvaise en raison des traces de pesticides (micropolluants) identifiées dans les eaux de la rivière en 2019 (tableau 29).

Qualité biologique

Les données disponibles relatives à la qualité biologique de la rivière Chamberonne, mesurées par le Canton de Vaud et la CIPEL à la station Vidy UNIL, illustrent une classe de qualité biologique moyenne associée à un score IBCH de 0,42/100 en 2019. Le score IBCH, marqueur de la diversité des invertébrés dans les eaux, est calculé suivant la méthode de SMG publiée en 2019¹¹².

Valeur cible

La définition d'une valeur cible pour l'état biologique et physico-chimique du réseau hydrographique local est effectuée en conformité avec les recommandations scientifiques, sans produire d'objectif spécifique pour l'UNIL à ce stade.

L'état biologique et physico-chimique de la Chamberonne devrait être bon ou très bon afin de ne pas dégrader la santé des humains et des non-humains qui dépendent de l'écosystème local. La classe de qualité bonne définit suivant les recommandations du comité scientifique de la CIPEL pour chaque indicateur (IBCH, concentration en nutriments et en pesticides) est donc la valeur cible qu'il serait souhaitable d'atteindre d'ici 2050.

Bilan

Les résultats susmentionnés sont rapportés sur l'échelle des classes de qualité du SMG suisse, qui sert de référence pour évaluer l'état du réseau hydrographique local (figure 19).

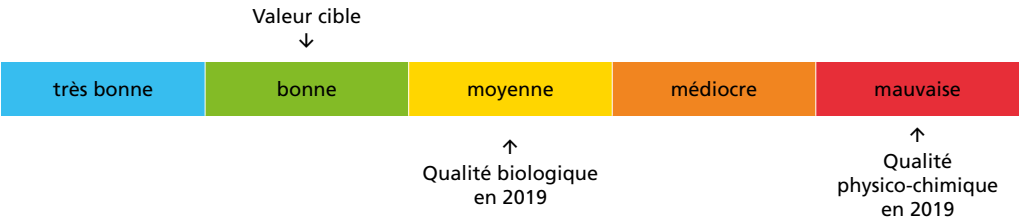


Figure 19 : synthèse de l'état de la qualité du réseau hydrologique local, au regard du Donut UNIL. CCD (UNIL), 2023.

4.7. Qualité des sols locaux

Indicateur

Indicateur du Donut UNIL

L'indicateur relatif à la fonctionnalité des sols locaux est la surface artificialisée, rapportée à la surface totale du campus de Dorigny.

Les surfaces artificialisées comprennent (tableau 30) :

- Les surfaces imperméables;
- Les surfaces semi-perméables compactées ou minérales;
- Les terrains de sport, y compris engazonnés.

Type de couverture	Couverture de sol	Type de surface considérée pour le Donut UNIL
Voirie	Voirie, trottoirs, chaussée, ponts et sites de transport public en béton, graviers, pavé	Artificialisée
Parking voitures	Parking voitures en bitume, pavé et grille gazon	Artificialisée
Parking deux roues	Parking deux roues en pavé, bitume et grille gazon	Artificialisée
Cours, place, terrasse	Cours places et terrasses en pavé, bitume, pierre naturelle, synthétique, graviers, béton, copeaux	Artificialisée
Bâtiment	Toiture en gravier, pavé, tuile de terre cuite et toiture végétalisée	Artificialisée
Terrain de sport	Terrains synthétiques, terrains de sport en gazon, copeaux, pavé ou bitume	Artificialisée
Forêt et espace arboré	Arbres et forêts	Non artificialisée
Rivière, plan d'eau	Eau	Non artificialisée
Prairie	Prairie	Non artificialisée
Sol cultivé	Culture agricole, vigne	Non artificialisée
Bande fleurie, pelouse	Gazon, plantes vivaces	Non artificialisée
Autres surfaces vertes	Autres surfaces vertes (hors forêts, rivières, prairies, cultures, pelouses et bandes fleuries)	Non artificialisée

Tableau 30 : détail des surfaces considérées comme artificialisées pour le monitoring de la qualité des sols locaux à l'UNIL.CCD (UNIL), 2023.

Discussion

Choisir un indicateur relatif à la qualité des sols implique un certain nombre de choix normatifs, guidés ici par la notion de fonctionnalité des sols. La qualité des sols est souvent définie comme l'aptitude du sol à assurer ses fonctions¹¹³, elles-mêmes associées à la notion de services écosystémiques. L'indicateur associé devrait donc mesurer la fonctionnalité du sol : or, cette notion implique de choisir quelle fonction du sol qualifier et, comme le souligne Shukla et al. (2006), la fonction du sol observée dépend ainsi des intérêts de l'observateur·trice¹¹⁴. Cette notion est donc, de fait, empreinte d'une forme d'anthropocentrisme bien souvent liée à la fonction productive des sols et ne reflète en rien un objectif de « naturalité » des sols, même si Duran et Parking soulignaient dès 1994 que les fonctions du sol sont réalisées « dans les limites de l'écosystèmes » et qu'elles promeuvent « la santé des plantes et animaux »¹¹⁵. La notion de « naturalité » n'étant pas pertinente dans un territoire influencé depuis des siècles par les activités humaines, comme le campus de Dorigny¹¹⁶, le Donut UNIL conserve la notion de fonctionnalité du sol. Néanmoins, le choix des indicateurs associés à cette notion doit s'attacher à valoriser la diversité et multifonctionnalité des sols, indispensables à la réalisation la préservation de la biodiversité locale, en adoptant autant que possible un + point de vue écocentré dans la définition de la fonctionnalité.

+ Approche éthique basée sur un système de valeur centré sur le fonctionnement global de l'écosystème, incluant les non-humains au même titre que les humains.

Dans le cas spécifique des sols, mesurer leur état revient à quantifier leurs propriétés physiques, biologiques et chimiques, qui sont influencées par les conditions naturelles et les activités anthropiques. Or, ces propriétés sont nombreuses et la science des sols est particulièrement fragmentée en sous-disciplines hautement spécialisées¹¹⁷ qui rend la production d'un indicateur pédologique à prétention transversale particulièrement délicate. Récemment, devant une demande croissante de la part des politiques d'aménagement du territoire, de nombreux travaux ont cherché à produire des indicateurs pertinents pour qualifier l'état, ou la qualité, du sol. Plusieurs dizaines d'indicateurs thématiques sur la qualité du sol (agricole notamment) ont été étudiés, hiérarchisés, débattus¹¹⁸; mais ils ne concernent souvent qu'une seule fonction du sol, parmi les nombreuses qui lui sont attribuées.

+ D'autres méthodes de mesure de la fonctionnalité des sols émergent. Parmi elles, l'analyse microbienne est préconisée notamment par Adhikari et al. (2016) car la teneur en composant microbiens vivants dans le sol participe à 90% des fonctionnalités écosystémiques. Néanmoins, les méthodes d'échantillonnage de ces paramètres sont très spécifiques et donc également difficiles à mobiliser à grande échelle. En outre, le LFA (Landscape Fonction Analysis) qui se base sur une procédure d'analyse visuelle de la surface des sols, permettrait d'évaluer 11 indicateurs d'état biogéochimique (« soil surface assesement ») participant activement à 3 fonctions du sol (stabilité, cycle des nutriments, infiltration), elles-mêmes associées à plusieurs services écosystémiques (lutte contre l'érosion, régulation du cycle de l'eau et des nutriments, stockage du carbone, production de biomasse). Cette méthode est néanmoins davantage adaptée aux fonctions agricoles qu'à une évaluation transversale de tous les sols.

À titre d'exception, les SQIs (Soil Quality Indexes) articulent un nombre limité de propriétés du sol pour rendre compte de la capacité de celui-ci à assurer une ou plusieurs fonctions¹¹⁹, mais les liens de causalité hautement complexes entre propriété du sol et fonctionnalité ne sont pas encore clairement établis. Parmi ces index, le *SQUID index* propose un score agrégé, évalué sur la base de liens de causalité qualitatifs entre propriétés du sol et fonctions, pondérés selon l'avis d'un set d'expert·es¹²⁰. De plus, l'indicateur BOKS, proposé par Wolff en 2006 pour la région de Stuttgart, est un indicateur agrégé qui propose un score global de qualité du sol basé sur six fonctions, évaluées entre 0 et 5, et pondérées selon la surface concernée¹²¹. Les paramètres nécessaires pour calculer le BOKS relèvent de la fonctionnalité du sol (potentiel de production agricole, régulation du cycle de l'eau, etc.).

Toutes ces méthodes basées sur les propriétés biogéochimiques des sols pour évaluer sa fonctionnalité nécessitent des données très précises, + mesurées par échantillonnage sur site. Elles sont envisageables à l'échelle d'une parcelle mais mobilisent des moyens humains et financiers très importants à l'échelle d'un territoire ou d'un groupement de parcelles. À défaut de disposer de données scientifiquement significatives sur les propriétés biogéochimiques ou microbiennes du sol, certain·es pédologues travaillent auprès des collectivités publiques pour produire des méthodes d'évaluation de la qualité du sol plus opérationnelles, basées sur les données facilement accessibles à grande échelle : à savoir les usages et la couverture du sol. Le type de couverture du sol (forêt, prairie, revêtement imperméable) et les pratiques de gestion de ces espaces sont des *pressions* issues des activités anthropiques (agriculture, urbanisation) qui agissent positivement ou négativement sur l'état

+ Dans un souci de pragmatisme et en l'absence de données pédologiques précises, le projet « Indice de qualité des sols » en Suisse vise à produire des cartes indicatives de qualité des sols, à partir des données relatives à la couverture du sol, afin de guider de manière plus opérationnelles les collectivités. La procédure itérative adoptée par les expert-es engagé-es dans ce projet vise à compléter les cartes de couverture du sol par des connaissances complémentaires considérées prévisibles au regard de la littérature ou mesurées sur quelques points particuliers du territoire. Ce système, immédiatement utilisable et dont la précision des données augmente au cours du temps, est en cours de test dans la région de Morges.

biogéochimique ou microbien des sols. La couverture du sol est ainsi identifiée comme un facteur principal d'influence (anthropique) de la fonctionnalité des sols, facilement mesurable et donc particulièrement approprié pour guider la gestion du territoire¹²².

En l'absence de données pédologiques scientifiquement représentatives sur l'état des sols de l'UNIL et compte-tenu des difficultés à produire de telles valeurs sur l'ensemble du campus, une approche par la couverture de sol est adoptée. Celle-ci consiste à évaluer la fonctionnalité de 6 types de couvertures de sol de l'UNIL, au regard de quatre services écosystémiques des sols (tableau 31) :

- Les sols en tant d'outil de régulation du cycle de l'eau (a);
- Les sols en tant que support de biodiversité (b);
- Les sols en tant que support de production agricole (c);
- Les sols en tant que stock de carbone (d).

Principales fonctions des sols				
Couverture du sol à l'UNIL	(a) Absorption de l'eau de pluie	(b) Support de biodiversité ¹²³	(c) Production agricole	(d) Stockage carbone
(1) Imperméabilisé ¹²⁴	0	0	0	0
(2) Semi-perméable (gravier, parking végétalisé, etc.)	1-2	0	0	0
(3) Sols cultivés avec rotations culture-prairie	2-3	2	2-3	1-3
(4) Gazons, bandes fleuries	1-3 selon niveau de compactage	1	0	1
(5) Prairies permanentes, jachères, sols forestiers	3	3	0	3
(6) Terrains de sport (gazon perméable)	3 (mais pollution de l'eau possible)	0	0	0

0. Ne participe pas	1. Participation potentielle faible	2. Participation modérée, sous condition	3. Participation active
---------------------	-------------------------------------	--	-------------------------

Tableau 31 : tableau d'analyse de la fonctionnalité des sols par type de couverture du sol à l'UNIL (évaluation qualitative contextualisée au mode de gestion local). CCD, UNIL (2023).

D'après la littérature scientifique mobilisée, il apparaît que les sols imperméabilisés, semi-perméables et les terrains de sport sont peu fonctionnels: ces surfaces dites artificialisées participent à moins de la moitié des services écosystémiques du sol et dégradent donc la fonctionnalité des sols de l'UNIL (tableau 31). La surface artificialisée est donc utilisée comme indicateur pour le Donut UNIL, à titre de marqueur de la fonctionnalité globale des sols du campus.

En outre, inclure les terrains de sport, y compris engazonnés, dans la surface dite « artificialisée » (tableau 31) est discutable. En effet, les terrains de sport engazonnés de l'UNIL sont drainés et donc particulièrement efficaces pour évacuer l'eau. Néanmoins, même si leur entretien est réalisé sans pesticides, des pertes d'engrais et de micropolluants plastiques peuvent rejoindre les eaux drainées par les terrains de sport. De plus, leur potentiel pour la biodiversité, la production agricole et le stockage du carbone sont nuls. Au regard des critères de fonctionnalité des sols retenus, tous les terrains de sport sont donc considérés comme artificialisés.

Enfin, l'approche adoptée, qui regroupe les différents sols du campus de Dorigny en seulement 6 catégories (tableau 31), néglige quelques spécificités qui pourraient complexifier la notion de surface artificialisée aujourd'hui basée sur la couche superficielle (apparente) du sol. En prenant en considération le sous-sol – à savoir les couches peu profondes du sol et la notion de pleine terre – la définition de surface artificialisée pourrait être modifiée à la marge.

État actuel

L'état actuel de cet indicateur est mesuré pour l'année 2022, en l'absence de données disponibles pour l'année de référence du Donut UNIL (2019). En 2022, 39,2% du campus principal de l'UNIL (Dorigny) est artificialisé. La surface restante (61%) est aménagée en espaces naturels: forêt, bosquets, prairies, pelouses et autres plantations, cultures.

Type de couverture	Type de surface considérée pour le Donut UNIL	Surface sur le campus de Dorigny (2022)	
		en m²	en % de la surface totale
Voirie	Artificialisée	110'700	13,9%
Parking voitures		39'000	4,9%
Parking deux roues		3'400	0,4%
Cours, place, terrasse		21'000	2,6%
Bâtiment		87'300	10,9%
Terrain de sport		51'100	6,4%
Sous-total surface artificialisée		312'500	39,2%
Forêt et espace arboré	Non artificialisée	116'800	14,6%
Rivière, plan d'eau		10'200	1,3%
Prairie		239'000	30,0%
Sol cultivé		52'000	6,5%
Bande fleurie, pelouse		64'000	8,0%
Autres surfaces vertes		3'100	0,4%
Sous-total surface non artificialisée		485'000	60,8%
TOTAL		797'600	100%

Tableau 32 : surface par type de couverture, campus de Dorigny à l'UNIL (2022). Répartition avant travaux d'extension du bâtiment Unithèque, en cours en 2023. CCD (UNIL), 2023.

Valeur cible

En l'absence de recommandations scientifiques partagées sur une valeur seuil en matière d'artificialisation des sols, la valeur cible relative aux sols de l'UNIL est choisie en articulation avec les objectifs d'amélioration de l'état de la biodiversité locale (en savoir plus en page 89). Pour augmenter la diversité des espèces sur le campus, deux objectifs influencent particulièrement la surface artificialisée :

- La création d'au moins quatre plans d'eau, d'une surface minimale de 50m² chacun, est préconisée pour favoriser la dispersion de la biodiversité inféodée aux milieux aquatiques, spécialiste des rives lacustres¹²⁵ ;
- L'indice de canopée (arbres de haute-tige) devrait idéalement atteindre 30%¹²⁶ afin de favoriser les espèces inféodées au milieu forestier. Sachant que l'indice de canopée (> 6m) est égal à 23,3% en 2022¹²⁷, l'objectif de 30% implique une surface arborée supplémentaire de 53'400 m² d'ici 2050, par rapport à la couverture de sol en 2022 (tableau 33).

Afin de conserver la diversité des écosystèmes dont le sol est fonctionnel – notamment les prairies et les sols cultivés (tableau 32), la surface arborée et les plans d’eau devraient être implantés sur des sols considérés comme non fonctionnels (soit artificialisés). On considère donc que la surface classée comme artificialisée doit être réduite au profit d’environ 53’600m² d’arbres et de plans d’eau : + celle-ci devrait ainsi être limitée à 32% de la surface totale du campus de Dorigny, d’ici 2050 (tableau 33).

+ Le calcul de cette valeur cible pourrait être affiné, dans la mesure où l’exclusion entre surface de canopée et surface artificialisée n’est pas forcément systématique : des arbres pourraient être plantés sur des surfaces semi-perméables comptabilisées comme artificialisées, tandis que des surfaces considérées comme non artificialisées suivant le tableau 32 peuvent s’avérer inadaptées à accueillir le système racinaire d’arbres de haute-tige en raison d’une épaisseur de sol insuffisante.

Paramètres	État en 2022	Valeur cible pour 2050	Évolution surfacique entre 2022 et 2050
Taux de canopée (surface ombragée par des arbres de plus de 6m de hauteur)	23,3%	30%	+ 53’400
Surface de plan d’eau	0%	0,050%	+ 200
Surface artificialisée	39,2%	32%	- 53’600

Tableau 33 : calcul de la valeur cible pour la surface artificialisée à l’UNIL, en 2050. Ces calculs excluent les nouvelles surfaces artificialisées entre 2022 et 2050 : celles-ci devraient également être compensées afin d’atteindre 30% de taux de canopée. CCD (UNIL), 2023.

Bilan

Pour atteindre la valeur cible susmentionnée, la surface artificialisée sur le campus de Dorigny doit légèrement diminuer entre aujourd’hui et 2050 (tableau 34). Elle doit être réduite de 7%, pour atteindre la valeur cible en matière de qualité des sols.

Indicateur	État actuel (2022)	Valeur cible pour 2050	Dépassement ou déficit par rapport à l’espace juste et sûr du Donut
Surface artificialisée (en % de surface totale du campus de Dorigny)	39%	32%	x1,2

Tableau 34 : synthèse de l’état de la qualité des sols locaux, au regard du Donut UNIL. CCD (UNIL), 2023.

4.8. Biodiversité locale

Indicateur

Indicateur du Donut UNIL

L’état de la biodiversité sur le campus de Dorigny est mesuré par un marqueur de l’état global de l’infrastructure écologique, à savoir l’état des populations d’oiseaux. Cet indicateur multispécifique relève les espèces d’oiseaux nicheuses sur le campus de Dorigny. Les résultats sont normalisés en indice sans unité.

Discussion

Mesurer l’état de la biodiversité, au niveau local ou global, pose des enjeux pratiques et méthodologiques qui suscitent des débats au sein de la communauté scientifique : quelles espèces suivre en priorité ? Quel état et date de référence permettraient de fixer une valeur seuil acceptable en matière de biodiversité ? Comment considérer les déplacements naturels et anthropiques des espèces ? Comment prendre en considération les impacts du changement climatique ?

Autant de questions posées aux chercheur·euses de l’Université de Lausanne, dans le cadre de la déclinaison du Donut UNIL. Or, en 2023, l’Université s’est justement dotée d’un diagnostic et plan de monitoring de la biodiversité sur le campus de Dorigny, afin de définir l’état des écosystèmes et de suivre leur évolution¹²⁸. Le Donut UNIL s’appuie donc sur ce document, réalisé par des écologues spécialistes des écosystèmes locaux, pour construire son plafond écologique local.

Le diagnostic écologique du campus de Dorigny se base sur la notion d'infrastructure écologique qui regroupe 5 trames: trame verte, trame bleue, trame orange, trame brune et trame noire. Ces trames font référence à cinq milieux dont la continuité permet aux espèces qui en dépendent de se développer. Ces trames correspondent respectivement aux milieux forestiers et arbustifs, aux milieux humides, aux milieux secs (prairies), aux sols et aux espaces exempts de pollution lumineuse nocturne.

À chaque trame sont associés plusieurs indicateurs qui forment, ensemble, une chaîne de relations causales (inspirée du cadre DPSIR, Figure 3) entre l'action politique, les pressions environnementales générées par l'UNIL et l'état de l'écosystème sur le campus de Dorigny¹²⁹. En renseignant l'état de chaque trame de l'infrastructure locale, en spécifiant par exemple la diversité, l'abondance et la richesse de grandes familles d'espèces représentatives des différents milieux, le monitoring de la biodiversité de l'UNIL propose une évaluation transversale de l'état des écosystèmes sur le campus.

Par mesure de parcimonie et pour faciliter le monitoring du Donut UNIL au moyen et long terme, un unique indicateur, marqueur de l'état global de l'infrastructure écologique, est sélectionné parmi le système de monitoring de la biodiversité, pour le set d'indicateurs du Donut UNIL. Cet indicateur illustre l'état de l'avifaune, grâce à un indicateur multispécifique créé par Korner-Nievergelt et al. (2022) qui rend compte du nombre d'espèces nicheuses relevées selon la méthode du MONiR (Schmid et al. (2004). Ces données sont normalisées en indice sans unité, conformément au plan de monitoring de la biodiversité de l'UNIL¹³⁰. Même si cet indicateur est associé à la trame verte dans le monitoring de la biodiversité de l'UNIL¹³¹, la diversité et l'abondance de l'avifaune dépend aussi de la qualité des autres trames de l'infrastructure écologique, notamment en tant qu'aire de nourrissage (prairies, zones humides, etc.).

On notera que, en incluant les trames bleue et brune, le système de monitoring de la biodiversité recouvre un périmètre plus large que la seule thématique «Biodiversité locale» du Donut UNIL et comprend les thématiques relatives aux sols (en savoir plus en page 85) et à la qualité du réseau hydrographique (en savoir plus en page 82): ainsi, les sets d'indicateurs du Donut UNIL et du monitoring de la biodiversité ont été étroitement co-construits au cours de l'année 2022.

État actuel

L'estimation de l'état actuel de l'avifaune est réalisée suivant la méthode MONiR: elle nécessite un relevé des espèces d'oiseaux détectées sur un parcours prédéfini sur le campus de Dorigny¹³². Entre 2018 et 2020, 42 espèces ont été détectées et considérées comme nicheuses sur le campus de Dorigny¹³³. Dans le monitoring de la biodiversité et le Donut UNIL, ce chiffre est normalisé à 100, en tant qu'indice multispécifique sans unité.

Valeur cible

Dans un contexte de perte globalisée de la biodiversité, également critique en Suisse¹³⁴ du fait de l'artificialisation croissante du paysage, le monitoring de la biodiversité de l'UNIL préconise de mettre en œuvre des actions visant à améliorer, notamment, l'état de l'avifaune sur le campus: les oiseaux ont une forte capacité de dispersion, ce qui les rend plus facilement adaptables à l'infrastructure écologique relativement morcelée autour du campus de Dorigny¹³⁵.

Néanmoins, en l'état actuel des connaissances scientifiques, aucune valeur seuil jugée suffisante en matière de nombre d'espèces d'oiseaux nicheuses ne peut être proposée. La valeur cible pour le Donut UNIL reste donc imprécise, mais les

écologues préconisent que, d'ici 2050, l'indice relatif à l'état de l'avifaune soit supérieur à 100, de manière générer une dynamique de croissance dans la biodiversité habitant le campus de Dorigny¹³⁶.

Bilan

La valeur cible relative à la biodiversité locale pour 2050 est imprécise : si le plafond écologique est considéré comme dépassé, le dépassement n'est pas quantifié. Néanmoins, l'état de la biodiversité, renseigné par un indicateur relatif au nombre d'espèces d'oiseaux nicheurs sur le campus de Dorigny, doit s'améliorer entre 2019 et 2050 (tableau 35).

Indicateur	État actuel	Valeur cible pour 2050	Dépassement par rapport à l'espace juste et sûr du Donut
Diversité et abondance de l'avifaune sur le campus de Dorigny (indicateur multispécifique des espèces nicheuses, sans unité)	100	> 100	Imprécis

Tableau 35 : synthèse de l'état de la biodiversité locale, au regard du Donut UNIL. CCD (UNIL), 2023.

4.9. Cohésion sociale

Indicateur

Indicateur du Donut UNIL

La cohésion sociale renvoie schématiquement à tout ce qui concourt à « cimenter » les liens sociaux entre les humains. *L'indicateur exact associé à cette thématique dans le Donut UNIL sera constitué ultérieurement.*

Discussion

La cohésion sociale est une des quatre dimensions principales de la matrice de la qualité sociale¹³⁷ : cadre théorique du socle social de la communauté UNIL. Parmi la multitude de paramètres psychosociaux qui influencent l'état de la cohésion sociale au sein d'une communauté comme celle de l'UNIL, les principaux paramètres retenus pour le Donut UNIL renvoient au concept de capital social. Ce concept est polymorphe et polysémique : il prend des formes et des définitions variées selon les auteur·trices, les époques, les cultures¹³⁸. Deux formes de capital social sont néanmoins distinguées : le capital social cognitif et capital social structurel. Le premier renvoie au versant subjectif du capital social, avec des paramètres comme le soutien social, la confiance, l'identification, l'adhésion à des valeurs communes et la réciprocité entre les membres d'une société. Le capital social structurel correspond quant à lui à l'existence objective de réseaux sociaux et d'organisation formelles¹³⁹. En outre, reposant sur un processus de comparaisons avec les autres, la privation relative peut aussi être considérée comme un paramètre de la cohésion sociale. Il témoigne d'un sentiment de mécontentement éprouvé à la suite d'une comparaison désavantageuse¹⁴⁰. Un tel sentiment de privation aura alors des répercussions individuelles en termes d'estime de soi, par exemple¹⁴¹.

Les paramètres susmentionnés, associés à la cohésion sociale, sont associables aux besoins humains fondamentaux d'affection, de compréhension et d'identité identifiés par Max-Neef¹⁴². *La liste de paramètres psycho-sociaux associés à la thématique de la cohésion sociale est non-exhaustive à ce stade.*

État actuel

Non quantifiée pour 2019.

Valeur cible

À déterminer (en savoir plus en page 113).

Bilan

Indéterminé.

4.10. Inclusion sociale et égalité

IndicateurIndicateur du Donut UNIL

L'inclusion sociale et l'égalité renvoient au fait d'avoir accès et de participer aux institutions, aux organisations, aux différents systèmes et réseaux sociaux existants, le tout de façon égalitaire. *L'indicateur exact associé à cette thématique dans le Donut UNIL sera constitué ultérieurement.*

Discussion

L'inclusion sociale est une des quatre dimensions principales de la matrice de la qualité sociale¹⁴³ : cadre théorique du socle social de la communauté UNIL. Dans le contexte académique et en référence aux dimensions du socle social original du Donut de Raworth, la notion d'égalité est ajoutée à l'inclusion sociale, dans le Donut UNIL.

Parmi la multitude de paramètres psycho-sociaux qui influencent l'inclusion sociale et l'égalité, la participation à la vie sociale de l'Université (aux groupes et associations par exemple, et aux événements) est choisie comme paramètre principal de l'inclusion sociale à l'UNIL. De plus, les discriminations vécues à l'UNIL (en termes de sexe, identité de genre, d'orientation sexuelle et affective, ethnique et / ou religieuse, de couleur de peau ou autres signes corporels distinctifs, de handicap et de parentalité) et la légitimation de ces inégalités influencent tous deux principalement l'inclusion sociale et l'égalité. Enfin, le sentiment de solitude chez les membres de la communauté UNIL est un bon marqueur d'un déficit d'inclusion sociale.

Ces différents paramètres psycho-sociaux, choisis pour illustrer l'état de l'inclusion sociale et de l'égalité à l'UNIL, renvoient aux besoins de participation, de création, de liberté et de loisir identifiés par Max-Neef dans sa théorie des besoins humains fondamentaux¹⁴⁴. *La liste de paramètres psycho-sociaux associés à la thématique de l'inclusion sociale et égalité est non-exhaustive à ce stade.*

État actuel

Non quantifiée pour 2019.

Valeur cible

À déterminer (en savoir plus en page 113).

Bilan

Indéterminé.

4.11. Pouvoir d'agir

IndicateurIndicateur du Donut UNIL

Le pouvoir d'agir renvoie à la notion anglosaxonne d'*empowerment*, il permet aux personnes de fonctionner en tant qu'acteur·trices créatif·ves dans la détermination de leur vie quotidienne. *L'indicateur exact associé à cette thématique dans le Donut UNIL sera constitué ultérieurement.*

Discussion

Le pouvoir d’agir est une des quatre dimensions principales de la matrice de la qualité sociale¹⁴⁵ : cadre théorique du socle social de la communauté UNIL. Dans le contexte académique de l’UNIL et sur la base du modèle théorique de l’auto-efficacité développé par Bandura (1989), la notion de pouvoir d’agir mobilisée dans le Donut UNIL est associée au sentiment d’efficacité personnelle sur sa vie, son avenir et sur les questions écologiques. Les paramètres associés renvoient à un pouvoir individuel d’agir sur son travail et sur ses études à l’UNIL (charge de travail, marge de manœuvre sur le contenu de son travail ou de ses études¹⁴⁶), à un pouvoir d’agir individuel sur son propre avenir et à un pouvoir d’agir collectif sur la société, face aux enjeux socio-écologiques.

Les paramètres associés au pouvoir d’agir tel que défini ici renvoient aux besoins de participation, de création et de liberté identifiés par Max-Neef dans sa théorie des besoins humains fondamentaux¹⁴⁷. *La liste de paramètres psycho-sociaux associés à la thématique du pouvoir d’agir est non-exhaustive à ce stade.*

État actuel

Non quantifiée pour 2019.

Valeur cible

À déterminer (en savoir plus en page 113).

Bilan

Indéterminé.

4.12. Sécurité socio-économique

Indicateur

Indicateur du Donut UNIL

La sécurité sociale et économique renvoie au fait de pouvoir disposer de ressources financières, matérielles et physiques pour faire face aux différents aspects de la vie quotidienne (y compris les risques). *L’indicateur exact associé à cette thématique dans le Donut UNIL sera constitué ultérieurement.*

Discussion

La sécurité socio-économique est l’une des quatre dimensions principales de la matrice de la qualité sociale¹⁴⁸ : cadre théorique du socle social de la communauté UNIL. Formulée comme telle, la sécurité socio-économique renvoie à des moyens de satisfaction de besoins fondamentaux liés à la subsistance (moyens financiers, notamment). Ainsi, dans une approche par les besoins, une attention particulière est portée à la formulation des paramètres psycho-sociaux qui seront mesurés pour évaluer l’état de sécurité socio-économique de la communauté UNIL. Le choix des paramètres psycho-sociaux et des indicateurs assortis à la sécurité socio-économique est ainsi guidé par cette distinction entre besoin et moyens de satisfaction, soulignée par Max-Neef¹⁴⁹ (en savoir plus en page 110).

Interprétée dans le contexte de l’UNIL, la sécurité socio-économique renvoie donc aux ressources matérielles et financières dont disposent les individus (par exemple accès financier au logement, aux transports, à une alimentation saine, à la santé ; à la sécurité matérielle et économique, aux revenus, aux subsides d’études, etc.) mais aussi à la sécurité de l’emploi et aux loisirs, à la sécurité physique et morale ainsi qu’à l’accès à un environnement sain et agréable. *La liste de paramètres psycho-sociaux associés à la thématique de la sécurité socio-économique est non-exhaustive à ce stade.*

État actuel

Non quantifiée pour 2019.

Valeur cible

A déterminer (en savoir plus en page 113).

Bilan

Indéterminé.

4.13. Santé mentale et physique

IndicateurIndicateur du Donut UNIL

La santé physique et la santé mentale sont deux dimensions à part entière du Donut UNIL, qui se complètent dans une approche holistique bio-psycho-sociale de la santé. *Le(s) indicateur(s) exact(s) associé(s) à cette thématique dans le Donut UNIL seront constitué ultérieurement.*

Discussion

La santé est une thématique qui dépend des 4 paramètres de la qualité sociale¹⁵⁰, qui est théoriquement intégrée dans le paramètre « pouvoir d’agir » de van der Maesen et Walker, mais qui est ici traduite en thématique à part entière pour le Donut UNIL. Les paramètres psycho-sociaux associés à la santé mentale et physique sont inspirés des déterminants sociaux de la santé : ils abordent les paramètres génétiques et biologiques (état de santé physique), les paramètres sociaux (isolement, charge mentale, satisfaction dans la vie) et environnementaux. *La liste de paramètres psycho-sociaux associés à la thématique de la santé (mentale et physique) est non-exhaustive à ce stade.*

État actuel

Non quantifiée pour 2019.

Valeur cible

À déterminer (en savoir plus page 113).

Bilan

Indéterminé.

4.14. Esclavage moderne importé

IndicateurIndicateur du Donut UNIL

L’indicateur regroupe toutes les formes d’esclavage moderne reconnues par l’ONU et l’Organisation internationale du Travail (OIT) (2017) : travail forcé, travail des enfants, mauvaises conditions de travail, etc. Il est exprimé en nombre de personnes potentiellement touchées par au moins une forme d’esclavage moderne, au sein de la chaîne d’approvisionnement des biens consommés à l’UNIL. Comme le proposent Shilling et al. (2021), il exclut les formes d’esclavages modernes hors secteurs industriels, tels que les mariages forcés et les violences domestiques¹⁵¹.

Discussion

En premier lieu, il convient de rappeler que la formulation d’un indicateur unique pour le quadrant social-global, qui traite des formes d’esclavagisme moderne ou du travail forcé, rend compte d’une vision partielle du socle social, tel que défini par Raworth dans le modèle du Donut. D’autres facteurs, non intégrés au

quadrant social-global tel que défini ici, peuvent évidemment dégrader la qualité du bien-être (inégalités salariales, rupture de lien social, manque de participation politique, etc.).

De plus, plusieurs études réalisées au cours des dernières années proposent des indicateurs d'empreinte sociale, plus ou moins spécifiques à quelques paramètres sociaux et notamment relatifs au sujet des thématiques portées par l'objectif de développement durable (ODD) 8.7 des Nations unies, visant à « *Conjuguer les efforts au niveau mondial afin d'éradiquer le travail des enfants et le travail forcé, l'esclavage moderne et la traite des êtres humains* ».

À titre d'exemples :

- La Social Hotspot Database (SHDB) a créé une base de données sur l'impact social des produits tout au long de leur cycle de vie. La base de données couvre 244 pays et 57 secteurs économiques. Elle propose plus de 150 indicateurs qualitatifs et quantitatifs qui rendent compte des impacts sociaux de ces activités économiques¹⁵².
- GreenDelta a créé la base de données appelée PSILCA sur l'impact social des produits tout au long de leur cycle de vie, pour près de 189 pays et 15'000 secteurs industriels et produits de base. Plus de 70 indicateurs qualitatifs et quantitatifs sont disponibles¹⁵³.
- Le Département du Travail des États-Unis (United States Department of Labor) produit une liste des pays où l'esclavage moderne et le travail des enfants ont lieu, avec une indication des secteurs de production concernés¹⁵⁴.
- Shilling et al. (2021) ont proposé une étude sur « l'empreinte en esclavage moderne » dans la chaîne de production mondiale, en 2021.
- Ali Alsamawi et al. ont publié un ouvrage sur « l'empreinte sociale » dans le commerce mondial (2017)¹⁵⁵, contenant notamment une étude sur « l'empreinte en inégalités »¹⁵⁶ notamment. Ils ont également publié une étude sur le travail forcé et travail des enfants en 2019 pour l'Alliance 8.7.
- Garcia-Alaminos et al. ont publié une étude sur l'empreinte en « travail indécemment » des multinationales américaines, en 2021¹⁵⁷.

Si toutes ces études pourraient fournir des indicateurs pertinents pour le Donut UNIL, la disponibilité des bases de données et leur compatibilité avec les données primaires disponibles à l'UNIL contraignent le choix des indicateurs.

L'indicateur proposé par Shilling et al. (2021) est sélectionné car il regroupe plusieurs formes d'esclavage moderne, pas seulement le travail forcé ou le travail des enfants. Les critères qui définissent ces formes d'esclavages modernes sont basés sur les définitions de l'OIT ou de l'ONU et pourraient être discutables.

État actuel

Non quantifiée pour 2019.

Valeur cible

À définir. À noter que l'ONU s'est fixée pour objectif de réduire à zéro d'ici 2030 le nombre de personnes touchées par toutes formes d'esclavage moderne dans le monde (ODD 8.7). L'UNIL pourrait adopter cette même valeur cible.

Bilan

Indéterminé.

The background is a solid purple color. On the left side, there are several overlapping geometric shapes: a horizontal rectangle at the top, a vertical rectangle below it, and two large, concentric-like circular or semi-circular shapes that overlap each other and the other rectangles. These shapes are in different shades of purple, creating a layered effect.

Impacts de l'UNIL sur les limites planétaires : résultats détaillés

Secteur d'activité		Sous-catégorie	Sphère d'influence	Degré d'incertitude	Empreinte carbone
					Emissions de gaz à effet de serre (t CO ₂ eq./an)
Alimentation		Céréales et pommes de terre	1-2-3	(*)	536
		Fruits	1-2-3	(*)	46
		Légumes	1-2-3	(*)	477
		Légumes secs	1-2-3	(*)	23
		Noix et matières grasses	1-2-3	(*)	434
		Poissons	1-2-3	(*)	146
		Produits laitiers et œufs	1-2-3	(*)	1'253
		Sel	1-2-3	(*)	1
		Sucres	1-2-3	(*)	11
		Cacao	1-2-3	(*)	73
		Café	1-2-3	(*)	35
		Boissons et sodas	1-2-3	(*)	0
		Viandes	1-2-3	(*)	4'071
		Autres	1-2-3	(*)	133
		Sous-total alimentation			7'238
Bâtiments et espaces verts		Electricité	1	Bas	3'166
		Chauffage et refroidissement	1	Bas	5'634
		Matériaux de construction	2	Très haut	1'090
		Consommation d'eau potable	1	Bas	6
		Sous-total bâtiments et espaces verts			9'896
Mobilité	Mobilité professionnelle des employé-es, étudiant-es et invité-es	Avion	1	Haut	8'800
		Bus	1	Haut	3
		Train	1	Haut	44
		Voiture	1	Haut	964
		Autres moyens de transport	1	Haut	0
	Mobilité pendulaire des employé-es et des étudiant-es	Bus	2	Moyen	674
		Train	2	Moyen	147
		Tram, métro	2	Moyen	451
		Vélo	2	Moyen	0
		Voiture, motos	2	Moyen	4'088
		Sous-total mobilité			15'170
Biens de consommation et déchets		Produits d'entretien des bâtiments (achetés par UNIL)	1	Haut	90
		Mobilier	1	Haut	371
		Matériel informatique et électronique	1-3	Très haut	2'335
		Ordinateurs du personnel (laptops, desktops)	1		162
		Ordinateurs achetés par les étudiant-es	3		699
		Matériel informatique autre (**)	1		459
		Matériel électronique (***)	1		878
		Matériel audiovisuel	1		137
		Matériel de bureau	1	Haut	16
		Matériel et ressources de laboratoire	1	Très haut	6'373
		Matériel et appareils scientifiques de laboratoire (****)	1		770
		Produits chimiques pour laboratoire (très hétérogène)	1		5'126
		Matériel biologique de laboratoire	1		35
		Produits à usage unique (gants et plastiques de laboratoire)	1		177
		Autre matériel de laboratoire	1		266
		Papier et carton	1	Haut	421
		Produits agricoles et outils pour l'entretien des espaces verts	1	Haut	82
		Autres biens de consommation (divers)	1	Haut	94
		Élimination des déchets	1	Bas	277
		Sous-total biens de consommation et déchets			10'058
		Total			42'362

Tableau 36 : résultats détaillés des impacts de l'UNIL sur les limites planétaires. Année de référence : 2019. CCD (UNIL), 2023.

(% du total UNIL)	Empreinte sur la biodiversité globale		Empreinte azote		Empreinte hydrique	
	Score de dommage potentiel à la biodiversité	(% du total UNIL)	Pertes d'azote agricole (kg N/an)	(% du total UNIL)	Consommation d'eau bleue (m³/an)	(% du total UNIL)
1,3%	0,03	1,2%	4'856	9,0%	198'741	20,0%
0,1%	0,00	0,1%	1'050	1,9%	19'091	1,9%
1,1%	0,02	0,8%	1'665	3,1%	20'704	2,1%
0,1%	0,00	0,1%	342	0,6%	3'296	0,3%
1,0%	0,02	0,8%	1'826	3,4%	23'975	2,4%
0,3%	0,01	0,2%	121	0,2%	1'871	0,2%
3,0%	0,10	3,7%	7'084	13,1%	43'647	4,4%
0,0%	0,00	0,0%	0	0,0%	377	0,0%
0,0%	0,00	0,0%	138	0,3%	899	0,1%
0,2%	0,00	0,1%	373	0,7%	3'296	0,3%
0,1%	0,00	0,1%	488	0,9%	1'399	0,1%
0,0%	0,00	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
9,6%	0,28	10,7%	34'655	64,3%	96'191	9,7%
0,3%	0,01	0,3%	1'156	2,1%	43'331	4,4%
17,1%	0,48	18,1%	53'755	99,8%	456'819	46,1%
7,5%	0,24	9,2%	0,00	0,0%	261'950	26,4%
13,3%	0,15	5,7%	0,00	0,0%	10'020	1,0%
2,6%	0,06	2,1%	0,00	0,0%	7'302	0,7%
0,0%	0,00	0,0%	1,72	0,0%	453	0,05%
23,4%	0,45	16,9%	2	0,0%	279'726	28,2%
20,8%	0,13	4,7%	0	0,0%	3'090	0,3%
0,0%	0,00	0,0%	0	0,0%	6	0,0%
0,1%	0,00	0,1%	0	0,0%	7'797	0,8%
2,3%	0,05	2,0%	0	0,0%	2'515	0,3%
0,0%	0,00	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
1,6%	0,02	0,9%	0	0,0%	1'433	0,1%
0,3%	0,01	0,5%	0	0,0%	34'016	3,4%
1,1%	0,03	1,2%	0	0,0%	32'030	3,2%
0,0%	0,00	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
9,6%	0,22	8,4%	0	0,0%	10'752	1,1%
35,8%	0,47	17,9%	0	0,0%	91'640	9,2%
0,2%	0,00	0,2%	0	0,0%	4'397	0,4%
0,9%	0,02	0,7%	0	0,0%	30'141	3,0%
5,5%	0,79	30,1%	0	0,0%	24'391	2,5%
0,4%	0,04	1,6%	0	0,0%	1'461	0,1%
1,6%	0,16	6,0%	0	0,0%	6'492	0,7%
1,1%	0,14	5,3%	0	0,0%	4'552	0,5%
2,1%	0,40	15,1%	0	0,0%	10'681	1,1%
0,3%	0,06	2,1%	0	0,0%	1'204	0,1%
0,0%	0,00	0,0%	0	0,0%	156	0,0%
15,0%	0,30	11,2%	17	0,0%	92'113	9,3%
1,8%	0,05	2,1%	0	0,0%	7'111	0,7%
12,1%	0,22	8,4%	0	0,0%	67'233	6,8%
0,1%	0,00	0,1%	17	0,0%	588	0,1%
0,4%	0,01	0,3%	0	0,0%	5'464	0,6%
0,6%	0,01	0,5%	0	0,0%	11'716	1,2%
1,0%	0,02	0,8%	0	0,0%	8'057	0,8%
0,2%	0,00	0,2%	102	0,2%	982	0,1%
0,2%	0,00	0,2%	0	0,0%	1'860	0,2%
0,7%	0,10	3,6%	0	0,0%	1'467	0,1%
23,7%	1,24	47,1%	119	0,2%	163'563	16,5%
100,0%	2,64	100,0%	53'876	100,0%	991'748	100,0%

Détails des impacts de l'alimentation par point de vente	Sphère d'influence	Degré d'incertitude	Empreinte carbone
			Emissions de gaz à effet de serre (t CO ₂ eq./an)
Aliments achetés par les départements universitaires	1	Haut	87
Aliments vendus dans les cafétérias universitaires	2	Moyen	2'002
Repas du personnel et des étudiant-es (non-achetés dans les cafétérias)	3	Très haut	5'149
Sous-total alimentation			7'238

Tableau 37 : résultats détaillés des impacts de l'alimentation sur les limites planétaires, par point de vente. Année de référence : 2019. CCD (UNIL), 2023.

Résultats par secteur d'activité			
Alimentation			7'238
Bâtiments et espaces verts			9'896
Mobilité			15'170
Biens de consommation et déchets			10'058
Total			42'362

Tableau 38 : impacts de l'UNIL sur les limites planétaires, par secteur d'activité. Année de référence : 2019. CCD (UNIL), 2023.

Résultats par sphère d'influence de l'UNIL			
Sphère 1			28'064
Sphère 2			8'450
Sphère 3			5'848
Total			42'362

Tableau 39 : impacts de l'UNIL sur les limites planétaires, par sphère d'influence. Année de référence : 2019. CCD (UNIL), 2023.

BILAN			
Valeur cible en 2050			2'118
Les activités de l'UNIL actuelles dépassent de ... fois la valeur cible pour 2050			x 20

Tableau 40 : bilan des impacts de l'UNIL sur les limites planétaires. Année de référence : 2019. CCD (UNIL), 2023.

Légende

- (*) Incertitude variable selon le point de vente des produits consommés (cafétérias ou point de vente hors UNIL)
- (**) Matériel informatique autre : Tablettes, souris, disques durs, claviers, etc.
- (***) Matériel électronique : Imprimantes, frigorisateurs, micro-ondes et lave-vaisselle (de laboratoire et non), lampes et ventilateurs, piles et batteries, etc.
- (****) Matériel et appareils scientifiques de laboratoire : Microscopes, centrifugeuses, incubateurs, matériel et appareils scientifiques non définis plus en détail dans les comptes

	Empreinte sur la biodiversité globale		Empreinte azote		Empreinte hydrique	
(% du total UNIL)	Score de dommage potentiel à la biodiversité	(% du total UNIL)	Pertes d'azote agricole (kg N/an)	(% du total UNIL)	Consommation d'eau bleue (m³/an)	(% du total UNIL)
0,2%	0,01	0,4%	1'389	2,6%	5'039	0,5%
4,7%	0,13	4,9%	14'617	27,1%	132'860	13,4%
12,2%	0,34	12,9%	37'749	70,1%	318'920	32,2%
17,1%	0,48	18,2%	53'755	99,8%	456'819	46,1%

17,1%	0,48	18,1%	53'755	99,8%	456'819	46,1%
23,4%	0,45	16,9%	2	0,0%	279'726	28,2%
35,8%	0,47	17,9%	0	0,0%	91'640	9,2%
23,7%	1,24	47,1%	119	0,2%	163'563	16,5%
100,0%	2,64	100,0%	53'876	100,0%	991'748	100,0%

66,2%	1,66	63,0%	1'510	2,8%	447'942	45,2%
19,9%	0,48	18,1%	14'617	27,1%	218'394	22,0%
13,8%	0,50	18,9%	37'749	70,1%	325'412	32,8%
100,0%	2,64	100,0%	53'876	100,0%	991'748	100,0%

	0,09		25'396		1'868'763	
	x 30		x 2		x 1	

	Impact faible
	Impact majeur

48. Dao et al., « Environmental Limits and Swiss Footprints Based on Planetary Boundaries », 27.
49. IPCC, « AR6 Synthesis Report », 19.
50. Byers et al., « AR6 Scenarios Database ».
51. Nick et Thalmann, « Carbon Removal, Net Zero, and Implications for Switzerland ».
52. IPCC, « AR6 Synthesis Report », 19.
53. Quantis, « Bilan des émissions de gaz à effet de serre du canton de Vaud ».
54. Nick et Thalmann, « Carbon Removal, Net Zero, and Implications for Switzerland ».
55. Huijbregts et al., « ReCiPe 2016 v1.1, A Harmonized Life Cycle Impact Assessment Method at Midpoint and Endpoint Level. Report I: Characterization », 19.
56. Bull et al., « Analysis ».
57. Méthode de conversion proposée par Doka et al. (2016).
58. IPBES, « Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services » ; WWF, Living Planet Report 2020.
59. O'Neill et al., « A Good Life for All within Planetary Boundaries - Supplementary Information », 13 ; Dao et al., « Environmental Limits and Swiss Footprints Based on Planetary Boundaries », 59.
60. Frischknecht, Nathani, et Stolz, « Environmentally Extended Input-Output Table for Switzerland 2008 - Biodiversity Damage Potential Due to Land Use (Biodiversity Footprint) ».
61. Frischknecht, Nathani, et Stolz, 3.
62. Dao et al., « Environmental Limits and Swiss Footprints Based on Planetary Boundaries », 75.
63. EEA et FOEN, « Is Europe living within the limits of our planet ? ».
64. Scholes and Biggs, 2005 in Steffen et al., « Planetary boundaries ».
65. Steffen et al., 7.
66. Steffen et al., 7.
67. Steffen et al., 7 ; Ferretto et al., « Planetary Boundaries and the Doughnut Frameworks », 7.
68. Huijbregts et al., « ReCiPe2016 ».
69. Woods et al., « Towards a Meaningful Assessment of Marine Ecological Impacts in Life Cycle Assessment (LCA) » ; Damiani et al., « Critical Review of Methods and Models for Biodiversity Impact Assessment and Their Applicability in the LCA Context ».
70. Steffen et al., « Planetary Boundaries ».
71. Doka, « Combining life cycle inventory results with planetary boundaries: The Planetary Boundary Allowance impact assessment method Update PBA'06 ».
72. Goedkoop et al. 2013 in Doka, 9.
73. Doka, 9.
74. Dao et al., « Environmental Limits and Swiss Footprints Based on Planetary Boundaries ».
75. EEA et FOEN, « Is Europe living within the limits of our planet ? ».
76. Rockstrom et al., « A Safe Operating Space for Humanity ».
77. Fanning et al., « The Social Shortfall and Ecological Overshoot of Nations ».
78. Lu et Tian, « Global Nitrogen and Phosphorus Fertilizer Use for Agriculture Production in the Past Half Century: Shifted Hot Spots and Nutrient Imbalance », 187.
79. Dao et al., « Environmental Limits and Swiss Footprints Based on Planetary Boundaries », 50.
80. Dao et al., 50.
81. e.g. O'Neill et al., « A Good Life for All within Planetary Boundaries » ; Dao et al., « Environmental Limits and Swiss Footprints Based on Planetary Boundaries » ; EEA et FOEN, « Is Europe living within the limits of our planet ? ».
82. Dao et al., « Environmental Limits and Swiss Footprints Based on Planetary Boundaries » ; EEA et FOEN, « Is Europe living within the limits of our planet ? ».
83. O'Neill et al., « A Good Life for All within Planetary Boundaries ».
84. Dao et al., « Environmental Limits and Swiss Footprints Based on Planetary Boundaries », 41.
85. Dao et al., 17-18.
86. Bouwman et al., « Exploring global changes in nitrogen and phosphorus cycles in agriculture induced by livestock production over the 1900–2050 period ».
87. Nordhaud (2012) et Lewis (2012) in Dao et al., « Environmental Limits and Swiss Footprints Based on Planetary Boundaries », 41.
88. EEA et FOEN, « Is Europe living within the limits of our planet ? », 20.
89. Steffen et al., « Planetary boundaries », 8.
90. Wang-Erlandsson et al., « A Planetary Boundary for Green Water ».
91. Gerten et al. (2013) et Heistermann et al. (2017) in O'Neill et al., « A Good Life for All within Planetary Boundaries », 6.
92. e.g. O'Neill et al., « A Good Life for All within Planetary Boundaries » ; Dao et al., « Environmental Limits and Swiss Footprints Based on Planetary Boundaries » ; Zipper et al., « Integrating the Water Planetary Boundary With Water Management From Local to Global Scales ».
93. Steffen et al., « Planetary boundaries », 8.
94. Falkenmark et al., « The sharing of water between society and ecosystems ».
95. Flörke, Schneider, et McDonald, « Water Competition between Cities and Agriculture Driven by Climate Change and Urban Growth ».
96. Zipper et al., « Integrating the Water Planetary Boundary With Water Management From Local to Global Scales ».
97. Ferretto et al., « Planetary Boundaries and the Doughnut Frameworks ».
98. World Health Organization, WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide.
99. World Health Organisation, « Communiqué de presse - Nouvelles lignes directrices de l'OMS ».
100. European Environment Agency, « Impacts of Air Pollution on Ecosystems — European Environment Agency ».
101. World Health Organization, « WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide ».
102. Ces données sont publiques, disponibles sur le site web : <https://www.vd.ch/themes/environnement/air/qualite-de-lair/requetes-de-donnees>.
103. World Health Organization, « WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide ».
104. CIPEL, « Tableau de bord technique 2020, Plan d'action 2011-2020 », 33.
105. Office fédéral de l'environnement OFEV, « Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau ».
106. Indicateur R2, CIPEL, « Tableau de bord technique 2020, Plan d'action 2011-2020 ».
107. Canton de Vaud (DGE), « De source sûre, la qualité des cours d'eau vaudois », 40.
108. Rossi et Chesaux, « Sources diffuses de micropolluants dans le Léman : Etude de bassins versants spécifiques et définition d'outils d'extrapolation » ; « La Chamberonne ».
109. « La Chamberonne » ; Rossi et Chesaux, « Sources diffuses de micropolluants dans le Léman : Etude de bassins versants spécifiques et définition d'outils d'extrapolation ».
110. Rossi et Chesaux, « Sources diffuses de micropolluants dans le Léman : Etude de bassins versants spécifiques et définition d'outils d'extrapolation », 54.
111. Coutu et al., « Modeling of Facade Leaching in Urban Catchments ».
112. Office fédéral de l'environnement OFEV, « Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau », chap. Macrozoobenthos.
113. Doran and Parking, 1994 in Shukla, Lal, et Ebinger, « Determining Soil Quality Indicators by Factor Analysis », 194.
114. Shukla, Lal, et Ebinger, « Determining Soil Quality Indicators by Factor Analysis ».
115. Doran and Parking, 1994 in Calzolari et al., « A Methodological Framework to Assess the Multiple Contributions of Soils to Ecosystem Services Delivery at Regional Scale », 190.
116. Vialle, « OUR COMMON SOILS: West Lausanne Urbanization as Anthropogenesis, A Section through the Spaces and Times of Urban Soils » ; Stauffer, « Analyse de la répartition des métaux lourds dans les sols du campus de l'Université de Lausanne ».
117. Drobniak et al., « Soil Quality Indicators – From Soil Functions to Ecosystem Services », 151.
118. e.g. Shukla, Lal, et Ebinger, « Determining Soil Quality Indicators by Factor Analysis » ; Muñoz-Rojas, « Soil Quality Indicators » ; Drobniak et al., « Soil Quality Indicators – From Soil Functions to Ecosystem Services » ; Calzolari et al., « A Methodological Framework to Assess the Multiple Contributions of Soils to Ecosystem Services Delivery at Regional Scale ».
119. Bastida et al. 2014 in Muñoz-Rojas, « Soil Quality Indicators ».

120. Drobniak et al., « Soil Quality Indicators – From Soil Functions to Ecosystem Services ».
121. Wolff, « Bodenschutz-konzept Stuttgart (BOKS) / Instrumente und Methoden zum konzeptionellen Bodenschutz am Beispiel der Landeshauptstadt Stuttgart »
122. Voir les sites web : <https://qualite-sols.ch/#Qualite-sols> ; <https://www.regionmorges.ch/strategie/sols/>.
123. Évaluation qualitative inspirée des hypothèses de Calzolari et al. (2016) pour définir le potentiel pour les organismes du sol en fonction des usages du sol (Calzolari et al., « A Methodological Framework to Assess the Multiple Contributions of Soils to Ecosystem Services Delivery at Regional Scale ».)
124. Les sols urbanisés, soit imperméabilisés, ne participent à aucun service écosystémique mentionné.
125. Recommandation n°3, n+p, « Diagnostic écologique du campus de Dorigny et monitoring de la biodiversité ».
126. Selon Nieuwenhuijsen et al. (2022) in n+p, 15.
127. Nieuwenhuijsen et al. (2022) dans n+p, 35.
128. n+p, « Diagnostic écologique du campus de Dorigny et monitoring de la biodiversité ».
129. n+p, 33-34.
130. n+p, 37.
131. n+p, 37.
132. n+p, 37.
133. Séchaud et al. (2021) dans n+p, 37.
134. Cordillot et Klaus, « Espèces menacées en Suisse. Synthèse listes rouges état 2010 ».
135. n+p, « Diagnostic écologique du campus de Dorigny et monitoring de la biodiversité », 30.
136. n+p, 37.
137. Walker et Maesen, « Social Quality ».
138. Jacquemain, « Le capital social ».
139. Whiteley, « Social capital and democracy in modern Europe ».
140. Lagacé et Tougas, « Les répercussions de la privation relative personnelle sur l'estime de soi » ; Guimond, « Relative Deprivation and Social Protest » ; Smith et Gaskell, « The social dimension in relative deprivation ».
141. Lagacé et Tougas, « Les répercussions de la privation relative personnelle sur l'estime de soi ».
142. Max-Neef, « Human Scale Development ».
143. Walker et Maesen, « Social Quality ».
144. Max-Neef, « Human Scale Development ».
145. Walker et Maesen, « Social Quality ».
146. Inspiré du modèle de Karasek (1982).
147. Max-Neef, Human scale development : conception, application and further reflections.
148. Walker et Maesen, « Social Quality. »
149. Max-Neef, « Human Scale Development ».
150. Holman et Walker, « Social Quality and Health ».
151. Shilling, Wiedmann, et Malik, « Modern Slavery Footprints in Global Supply Chains ».
152. SHDB, socialhotspot.org/
153. PSILCA, <https://psilca.net/>
154. Bureau of International Labor Affairs, « List of Goods Produced by Child Labor or Forced Labor »
155. Alsamawi et al., « The Social Footprints of Global Trade ».
156. Alsamawi et al., « The Inequality Footprints of Nations ».
157. García-Alaminos et al., « Reassembling social defragmented responsibilities ».

A large, stylized number '6' is rendered in a light teal color, positioned on the left side of the page. It is composed of a thick, curved line that forms the main body of the '6', with a smaller, slightly offset circle at the bottom left. The overall design is minimalist and modern.

Annexes méthodologiques

Cette annexe méthodologique contient les détails nécessaires à la compréhension fine des choix méthodologiques effectués pour dessiner le Donut UNIL. Elle est destinée aux lecteur·trices qui souhaitent comprendre les limites des calculs effectués ou qui souhaitent reproduire un exercice similaire

6.1. Périmètre d'analyse du Donut UNIL

Périmètre spatial

Le diagnostic de l'UNIL est réalisé suivant un certain périmètre spatial (bâtiments et surfaces extérieures concernées), périmètre sectoriel (les postes d'impact considérés) et périmètre humain (le groupe de personnes dont on évalue les impacts écologique et l'état du plancher social).

Le périmètre spatial du Donut UNIL a été établi sur la base de l'arbre décisionnel suivant :

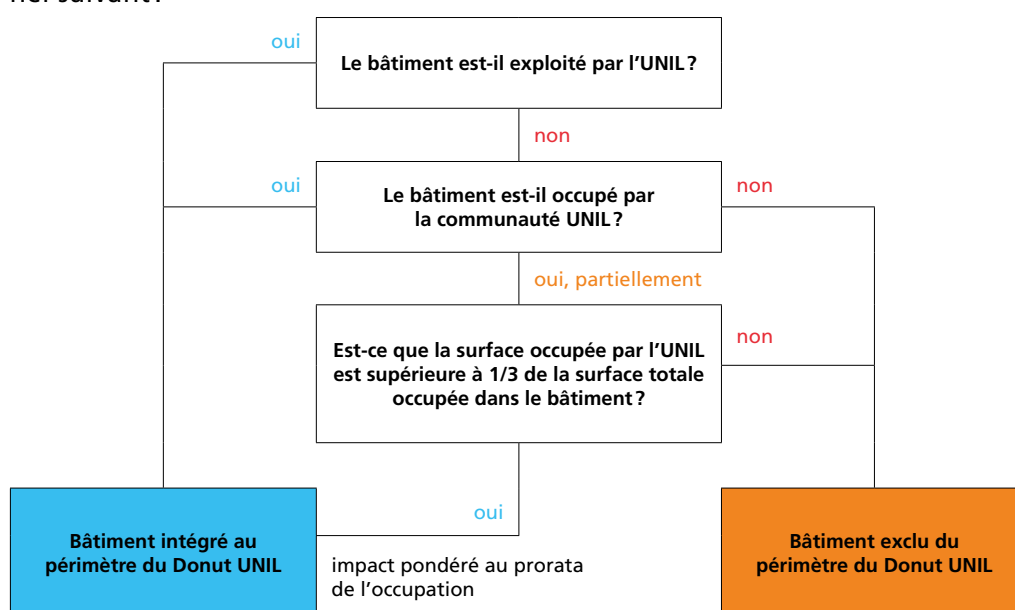


Figure 20 : arbre de décision relatif au périmètre spatial du Donut UNIL.

Les critères présentés dans la figure 20 ci-dessus ont permis d'aboutir à la liste de bâtiments suivante (tableau 41) :

Bâtiment	Intégré dans le périmètre d'analyse	Partiellement intégré dans le périmètre Part des impacts intégrés au diagnostic	Hors périmètre
Annexe de la Mouline	X		
Anthropole	X		
Biophore	X		
Bugnon 7	X		
Bugnon 7A	X		
Bugnon 9	X		
Esplanade (extérieure) devant bâtiment Bugnon 9			X - ⁺ pourra être intégrée au périmètre spatial dans une prochaine version du Donut UNIL
Bugnon 9A	X		
Château de Dorigny	X		
Centre Sport et Santé	X		
Extranef	X		
Ferme de Dorigny	X		
Bibliothèque E.Fleuret	X		
Ferme de la Mouline	X		
Grange de Dorigny	X		
Génopode	X		

+ L'esplanade située devant le bâtiment BU9 du campus Bugnon-CHUV est entretenue par l'UNIL et devrait donc être intégrée au périmètre spatial du Donut UNIL suivant l'arbre de décision mobilisé (figure 28). Sa surface de ~2100 m² pourra être intégrée au périmètre spatial d'une prochaine version du Donut UNIL (elle représente ~0,3% de la surface totale incluse au périmètre spatial du Donut UNIL)

Géopolis	X		
IDHEAP	X		
Institut Suisse des Droits Comparés	X		
Amphimax	X		
Internef	X		
Amphipôle	X		
Vieux Pressoir	X		
Unicentre	X		
Unithèque	X		
Pavillon du BUD	X		
Pavillon Mouline	X		
Villa Rive Rose	X		
Serres	X		
Station de pompage	X		
Tunnel Sorge	X		
Villa Boccauban	X		
Villa Chandor	X		
Villa en Champagne	X		
Ville Plein-Vent	X		
Villa Route Cantonale 13	X		
Synathlon		X 55%	
Smart Training		X 50% à partir de 2022	
Centre Nautique		X 50%	
Vestiaires extérieurs		X 50%	
Villa des sports		X 50%	
Chalet des Capucines		X 50%	
Salle omnisport 1		X 50%	
Salle omnisport 2		X 50%	
Batochime		X 18%	
Cubotron		X 9%	
Vortex		X 10% à partir de 2020	
Bugnon 27			X
Bâtiment hospitalier			X
Bugnon 17			X
Bugnon 19			X
Bugnon 21+21a			X
Bugnon 23a			X
Bugnon 25			X
Bugnon 25a - Agora			X
Bugnon 27			X
Bugnon 44 - Polyclinique médicale universitaire (PMU)			X
Bugnon 48			X
Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV)			X
Falaises 2			X
Hôpital de Beaumont			X
Hôpital Nestlé			X
Hôpital orthopédique de la Suisse romande			X
Maternité			X
Mont-Paisible 16			X
Bâtiment Metio			X
Bâtiments CL-B et CLE-C			X

+ Le bâtiment «CLE-F» du campus UNIL de Epalinges est exclu du périmètre spatial du Donut UNIL : celui-ci contient ~3900 m² de surface de plancher (soit 2% de la surface totale de bâtiments intégrés au périmètre spatial du Donut UNIL). Il pourra être intégré au périmètre spatial d'une prochaine version du Donut UNIL.

Bâtiment CLE-F			X - + pourra être intégré au périmètre spatial dans une version ultérieure du Donut UNIL
Bâtiment Leucine			X
Bâtiment Proline			X
Av. de la Gare 1			X
Bâtiment IUKB (Sion)			X
Hôpital d'ophtalmologie			X
Hôpital de Cery			X
Institut de radiophysique (IRA)			X
César Roux 19			X

Tableau 41 : liste des bâtiments intégrés au périmètre spatial du Donut UNIL.

À noter que les surfaces de commerces et bureaux louées par l'UNIL dans le bâtiment Vortex, situé sur le campus de Dorigny, sont intégrées au périmètre spatial du Donut UNIL. Néanmoins, le bâtiment Vortex ayant été construit après 2019 (année de référence de la présente version du Donut UNIL), les impacts des surfaces concernées dans le bâtiment Vortex ne sont pas inclus au diagnostic établi dans le présent rapport.

Périmètre sectoriel

Le périmètre sectoriel Donut UNIL contient les secteurs d'activités suivants (tableau 42) :

+ Les hypothèses sur les quantités et le contenu des aliments consommés à l'UNIL, apportés depuis l'extérieur, sont décrits dans la section 6.4, page 119.

+ Ce poste a été intégré au périmètre du diagnostic écologique de l'Université d'Oxford (Bull et al., 2022.) car ses auteur-trices considèrent que ces les voyages réalisés par les étudiant-es, notamment internationaux, pour visiter le domicile familial n'auraient pas lieu s'ils ne suivaient pas de formation à l'Université, loin de leur famille. L'Université de Lausanne décide d'exclure ce poste du périmètre sectoriel du Donut.

+ Les hypothèses sur les achats de matériel informatique par les étudiant-es de l'UNIL sont décrits dans la section 6.4 en page 120.

Secteur	Flux de matière, d'énergie, de personnes intégrés au périmètre d'analyse du Donut UNIL
Alimentation	Aliments et boissons consommés par la communauté UNIL sur les heures normales de travail. Inclut les aliments vendus par les cafétérias et achetés à l'extérieur de l'UNIL pour être consommés pendant les heures de travail / d'étude de la + communauté UNIL. <i>Englobe les impacts générés tout au long de la chaîne de production et d'approvisionnement de ces aliments.</i>
Bâtiments et espaces verts	Flux de matière et d'énergie nécessaires au fonctionnement des bâtiments et des espaces verts intégrés dans le périmètre spatial (construction des bâtiments, chauffage, éclairage, etc.). Englobe les impacts générés tout au long de la chaîne de production, d'approvisionnement et de consommation de l'énergie, des matériaux de construction et des équipements techniques. Les espaces verts regroupent les espaces extérieurs entretenus par l'UNIL sur le campus de Dorigny (terres agricoles, espaces verts, parkings, etc.) <i>Exclut les consommations d'énergie liées à l'enseignement en ligne (considérées négligeables à l'année de référence 2019, avant pandémie de Covid-19).</i>
Mobilité	Déplacements pendulaires des employé-es et étudiant-es ainsi que les déplacements professionnels payés par des fonds UNIL (y compris pour les invité-es). Englobe les impacts générés tout au long de la chaîne de production, d'approvisionnement et de consommation d'énergie et de matériaux liés à ces déplacements. <i>Exclut les déplacements de la communauté universitaire entre leur adresse principale et leur lieu d'origine (mobilité nationale et internationale + privée).</i>
Biens de consommation et déchets	Biens de consommation achetés par l'UNIL pour permettre son fonctionnement, à exception de ceux déjà inclus dans les postes alimentation, bâtiments et espaces verts et mobilité. Regroupe le matériel de recherche, la papeterie, le matériel informatique, etc. Sont également inclus les ordinateurs des étudiant-es (achetés à leurs frais) considérés comme un outil indispensable à + leurs activités à l'UNIL. Englobe les impacts générés tout au long de la chaîne de production et d'approvisionnement de ces produits ainsi que les impacts générés par le traitement des déchets de l'UNIL. <i>Exclut les biens de consommation achetés par des prestataires de service pour l'entretien des bâtiments et des espaces verts (absence de données).</i>

Tableau 42 : détail du périmètre sectoriel du Donut UNIL.

Le périmètre sectoriel intègre l'intégralité des activités opérationnelles de l'UNIL qui engendrent des impacts sur l'environnement et sur les fondements sociaux de la communauté UNIL et d'autres personnes dans le monde, hors investissements financiers. La sectorisation des domaines d'activités dont les impacts sont évalués est inspirée du travail de l'Université d'Oxford sur ses propres impacts écologiques¹⁵⁸.

Quelques sous-postes, précisés dans le tableau 43, ainsi que les placements financiers de l'Université et de ses employé-es sont exclues du périmètre sectoriel du Donut UNIL.

Chaque poste d'activité est attribué à une sphère d'influence (définition en page 47) :

Sphère d'influence	Poste d'impact
Sphère N°1	• Aliments achetés par les départements universitaires • Énergie – Électricité • Énergie – Chauffage et refroidissement • Consommation d'eau • Mode de gestion des espaces verts • Mobilité professionnelle des employé-es, étudiant-es et invité-es • Produits d'entretien des bâtiments (achetés par UNIL) • Mobilier • Matériel informatique • Matériel de bureau • Matériel et ressources de laboratoire • Papier et carton • Produits agricoles et outils pour l'entretien d'espaces verts • Autres biens et services • Élimination des déchets
Sphère N°2	• Aliments vendus dans les cafétérias universitaires • Matériaux de construction • Mobilité pendulaire des employé-es et des étudiant-es
Sphère N°3	• Repas du personnel et des étudiant-es achetés hors UNIL • Ordinateurs des étudiant-es

Tableau 43 : répartition des postes d'impact de l'UNIL par sphère d'influence.

Périmètre de la communauté UNIL

+ La statistique du personnel se heurte à plusieurs difficultés, en raison de la multiplicité des sources de rémunération, des contrats à temps partiel, de l'accumulation de différents statuts (notamment étudiant-es et employé-es), etc. La méthode de calcul du nombre d'employé-es de l'UNIL, en équivalent temps plein, sera consolidée dans le futur pour fiabiliser le monitoring du Donut UNIL.

+ Les auditeur-trices et les étudiant-es arrivé-es à l'UNIL dans le cadre d'un programme de mobilité ne sont pas comptabilisés dans les statistiques. Les étudiant-es externes, c'est-à-dire qui suivent quelques cours à Lausanne, sont également exclu-es.

+ La communauté UNIL comptait, en juin 2019, 19'334 personnes en équivalents temps plein (ETP) dont 3'473 employé-es (ETP) et + 15'861 étudiant-es.

L'ensemble des étudiant-es, du personnel administratif et des enseignant-es, chercheur-es, doctorant-es et autres employé-es de l'UNIL sont intégrés au périmètre d'analyse de l'UNIL (notamment en matière de mobilité). Par contre, certains acteur-trices présent-es sur les campus universitaires sont, dans la première version du Donut UNIL, exclus du périmètre d'analyse (t"Tableau 45").

Actrices et acteurs	Description	Périmètre du Donut UNIL
Enseignant-es / chercheur-euses	Cette catégorie inclut les professeur-es ordinaires et associé-es, les professeur-es assistant-es, les autres enseignant-es, les doctorant-es, post-doctorant-es et les assistant-es.	Inclus-es
Personnel administratif et technique (PAT)	Le PAT est formé de plus de deux cents fonctions différentes et il inclut des individus exerçant une fonction dirigeante ou d'encadrement et du personnel sans fonction d'encadrement (services de la Direction (RH, Ci, etc.), Direction de l'UNIL, etc.).	Inclus-es
Étudiant-es	Les étudiant-es se répartissent dans sept facultés : la Faculté de théologie et de sciences des religions (FTSR, 1%); la Faculté de droit, des sciences criminelles et d'administration publique (FDCA 13%); la Faculté des lettres (14%); la Faculté des sciences sociales et politiques (SSP, 20%); Faculté des hautes études commerciales (HEC, 20%); la Faculté de biologie et de médecine (FBM, 23%); la Faculté des géosciences et de l'environnement (FGSE, 6%) et la Formation continue UNIL-EPFL (FCUE, 3%).	Inclus-es
Employé-es d'institutions partenaires hébergés à l'UNIL et visiteur-euses	Les impacts écologiques des visiteur-euses, invité-es ponctuel-les et des employé-es d'institutions partenaires hébergées sur le campus sont, de fait, partiellement intégrés au périmètre d'analyse du Donut UNIL (part négligeable d'aliments vendus dans les cafétérias, d'électricité et d'eau consommée sur le campus, etc.). Par contre, l'état du plancher social de ces acteur-trices n'est pas intégré au Donut UNIL.	(Partiellement) Exclu-es
Employé-es des prestataires de services de l'UNIL	Ces personnes ne sont pas des employé-es direct-es de l'UNIL mais sont employé-es par des entreprises privées prestataires de services pour l'UNIL. Parmi eux, on retrouve du personnel de ménage, de restauration, d'entretien et jardinage, etc.	Exclu-es

Tableau 44 : détail du périmètre de la « communauté UNIL » dans le cadre de la quantification du Donut.

6.2. Vers la consolidation et l'évaluation du plancher social de l'UNIL : enjeux méthodologiques

Discussion autour du cadre théorique mobilisé

Le cadre conceptuel du Donut de Raworth repose sur un cadre théorique strict du point de vue écologique – celui des limites planétaires introduit par Rockström et al. (2009) – mais qui est moins clair sur les enjeux sociaux. Raworth utilise 12 dimensions sociales utilisées par l'association Oxfam, qui sont comparables à une partie des objectifs de développement durable de l'ONU. O'Neill et al. (2018) ont mobilisé la théorie des besoins humains fondamentaux de Max-Neef dans leur déclinaison du modèle du Donut à l'échelle nationale. Mais aucune expérience d'application du cadre conceptuel du Donut n'avait encore décliné le concept du plancher social à un établissement : lieu de travail et d'études.

Pour cette expérimentation, c'est le cadre théorique de la qualité sociale qui a été choisi pour l'UNIL. Cette section vise à décrire les interrelations entre la qualité sociale, le plancher social de Raworth et la théorie des besoins humains fondamentaux.

Le modèle de la qualité sociale de van der Maesen et Walker (2003, 2011) repose sur 4 piliers : 1. la sécurité économique et sociale, 2. la cohésion sociale, 3. l'intégration sociale et 4. le pouvoir d'agir. Ces 4 piliers sont traduits en 4 thématiques du socle social de l'UNIL, auxquels est ajouté une thématique relative à la bonne santé physique et mentale de la communauté UNIL qui dépend des 4 paramètres de la qualité sociale¹⁵⁹ mais qui est ici traduit en thématique à part entière pour le Donut UNIL. Ce choix fait écho à la Théorie des besoins humains de Doyal and Gough (1984) qui souligne que les deux besoins principaux et fondamentaux de l'humain sont la santé physique et l'autonomie; ce dernier critère dépendant de plusieurs sous-critères relatifs à la santé mentale et aux compétences et opportunités sociales¹⁶⁰ (qui se regroupent, probablement intégralement, avec les 4 paramètres de la qualité sociale de van der Maesen et Walker). Ainsi, la déclinaison du modèle de la qualité sociale à l'Université de Lausanne est inspirée de la théorie des besoins humains fondamentaux développée notamment par Max-Neef et

al. (1989). Cette théorie postule que certains besoins ont une dimension ontologique (i.e., qui sont inhérents à la condition humaine), qu'ils sont constants dans le temps et communs à toutes les cultures. Ces besoins sont au nombre de 9: 1. la subsistance, 2. la protection, 3. l'affection, 4. la compréhension, 5. la participation, 6. les loisirs, 7. la création, 8. l'identité et 9. la liberté.

Hormis les besoins de subsistances qui mettent en péril l'existence même du sujet s'ils ne sont pas satisfaits, les autres besoins n'occupent pas de relation hiérarchique mais occupent au contraire des relations d'interaction¹⁶¹. De plus, si ces 9 besoins sont « naturels », d'après Max-Neef et al. (1989), les auteurs précisent toutefois que selon le lieu et l'époque, certains besoins peuvent occuper une place plus ou moins centrale dans la recherche de satisfaction. En outre, Max-Neef souligne qu'il existe différents moyens de répondre à chaque besoin, variables en fonction du contexte culturel, des technologies disponibles, etc.

Chaque moyen de répondre à un besoin génère des impacts, plus ou moins importants, sur le plafond écologique. Interprétée à l'aune du modèle du Donut, cette théorie suggère que pour déplacer la (ou les) société(s) entre le plafond écologique et le plancher social du Donut, il s'agit de satisfaire tous les besoins humains fondamentaux avec des moyens dont les impacts restent en-deçà des limites planétaires.

À l'échelle de l'UNIL, une attention particulière est ainsi portée à la distinction entre l'état de satisfaction des paramètres de la qualité sociale, interprétables au même niveau sémantique que les besoins humains fondamentaux, et les moyens mobilisés pour les satisfaire. Le choix des paramètres psycho-sociaux et des indicateurs assortis est ainsi guidé par cette distinction entre besoin et moyens de satisfaction. Une vigilance particulièrement importante est apportée au choix des indicateurs relatifs à la thématique « sécurité socio-économique » du Donut UNIL, en raison du caractère matériel que revêt cette dimension.

En outre, les thématiques sélectionnées pour le socle social de l'UNIL (et les paramètres psycho-sociaux associés) font écho, recouvrent, dépassent ou réinterprètent les dimensions initiales du plancher social dans le modèle du Donut produit par Raworth (tableau 45).

Socle social original du Donut (Raworth, 2018)	Matrice de la qualité sociale (van der Maesen et Walker, 2005)	Thématique du socle social de l'UNIL	Paramètres psycho-sociaux associés à chaque thématique du socle social de l'UNIL
Réseaux	Cohésion sociale	Cohésion sociale	Capital social cognitif: soutien social, confiance sociale, confiance institutionnelle et identification sociale
			Valeurs partagées
Équité sociale			Réseau social
Égalité des sexes	Inclusion sociale	Inclusion sociale et égalité	Privation relative
/			Discriminations et inégalités
/			Participation à la vie sociale
Éducation	Capacité d'action (empowerment)	Pouvoir d'agir	Solitude
			Pouvoir d'agir (individuel) sur son travail, ses études
Participation politique			Pouvoir d'agir (individuel) sur sa vie, son futur
Énergie	Sécurité socio-économique	Sécurité socio-économique	Pouvoir d'agir (collectif) dans la société face aux enjeux socio-écologiques
Logement, eau et assainissement, nourriture			Précarité monétaire
Revenu et travail			Précarité liée au logement, à l'alimentation, aux soins
/			Précarité liée à l'emploi
/			Sécurité physique et morale
Paix et justice			Perception de l'environnement
	/	Santé physique et mentale	/
Santé			État de la santé physique (absence de maladie)
			Satisfaction dans la vie
			Activité physique
			Qualité du sommeil
			Charge mentale liée au travail, aux études
			Isolement social et affectif
			Burn-out et dépressions, éco-anxiété

Tableau 45 : articulation entre les thématiques sociales-locales du Donut UNIL et le plancher social initial de Raworth (2017).

Parmi les 12 dimensions initiales du Donut de Raworth, seule la « Paix et justice » n'est pas intégrée explicitement dans le Donut UNIL, mais elle traverse l'entièreté du plancher social sous l'angle de la justice d'accès pour toutes et tous à l'inclusion sociale, au pouvoir d'agir, etc.

Construction du set d'indicateurs sociaux

L'état du quadrant écologique-local sera mesuré suivant le principe représenté en figure 22 : chaque thématique sociale-locale est associée à des paramètres psycho-sociaux (tTableau 9), eux-mêmes associés à des indicateurs de monitoring qui restent à définir.

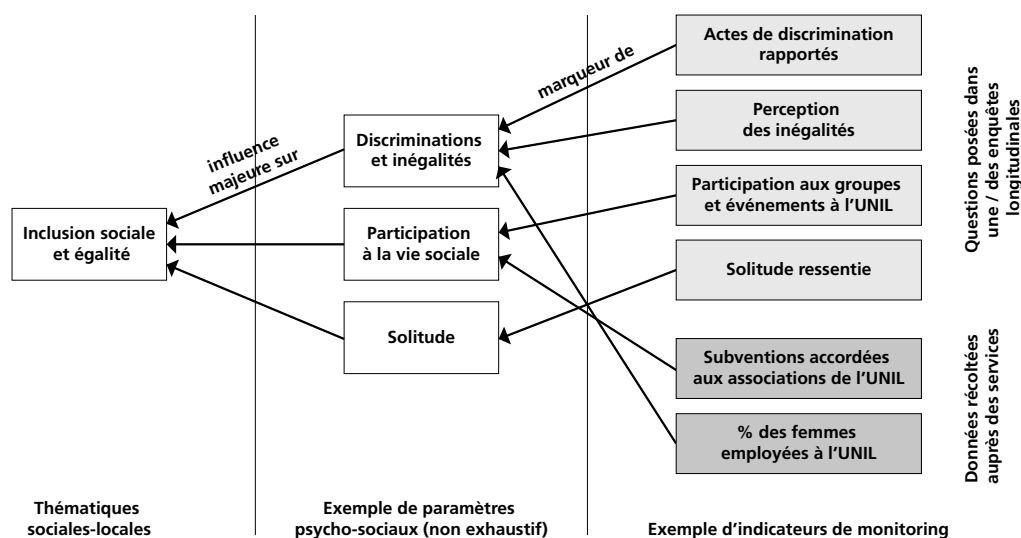


Figure 21 : schéma de principe du set d'indicateurs pour le socle social de l'UNIL. Exemple non exhaustif et non définitif.

Fixer une valeur cible : enjeux méthodologiques

Les valeurs cibles du socle social doivent, au même titre que les valeurs cibles écologiques, répondre au cadre normatif du Donut fixé par Raworth : elles doivent être fixées sous l'angle de la suffisance, en quantifiant, pour chaque thématique sociale du Donut, un minimum à assurer à tous·tes les membres de la communauté universitaire.

+ Ces différentes méthodes pour définir les valeurs cibles sociales du Donut territorialisé ont également été identifiées par le Doughnut Economics Action Lab (DEAL et al., 2020, 12.) A Amsterdam, le choix s'est porté sur des indicateurs et valeurs cibles portés par les acteur·trices politiques, tout comme Raworth l'a fait dans son Donut global en choisissant des valeurs cibles basées sur les accords internationaux.

+ Pour cela, plusieurs options sont identifiées à l'UNIL :

- Définir la valeur cible suivant l'état moyen de l'indicateur mesuré ailleurs (en Suisse, dans le monde, dans d'autres universités) dans une approche comparative ;
- Définir la valeur cible au sein de la Direction de l'Université, en collaboration avec les services concernés ;
- Définir la valeur cible en cohérence avec la littérature scientifique, mais la définition de seuils quantitatifs est rare dans les disciplines relatives aux sciences sociales ;
- Procéder par sondage auprès de la communauté universitaire pour définir le seuil minimal à assurer à tous·tes ;
- Définir la valeur cible dans le cadre d'un processus participatif au sein de la communauté universitaire.

Ces différentes options s'ancrent sur un continuum de pratiques top-down ou technocratiques à des pratiques plus démocratiques ou participatives. La méthode adoptée reste à définir, mais il est convenu au sein du groupe de travail interdisciplinaire constitué autour du socle social de l'UNIL que le débat semble souhaitable pour définir des seuils qui prennent en compte la réalité de toute la communauté UNIL, y compris ses membres les plus marginalisés. Pour éviter qu'une majorité d'acteur·trices habituellement dominant·es influence démesurément la définition des valeurs cibles sociales-locales, au détriment des minorités, il est par exemple possible de faire en sorte que les groupes minoritaires soient sur-représentés dans les groupes de réflexion si un processus participatif est mis en œuvre sur ces questions.

Évaluer l'état du plancher social à l'UNIL : enjeux, perspectives

S'il existe des données d'enquêtes récentes à l'échelle universitaire¹⁶² concernant différentes dimensions du bien-être à l'UNIL, ces dernières sont plutôt éparpillées et non-longitudinales. De plus, ces enquêtes sont parfois spécifiques à une thématique (par exemple, harcèlement et conditions de travail et d'études à l'UNIL¹⁶³) ou ont été réalisées dans des contextes particuliers (par exemple, en période de pandémie de Covid-19) ou auprès de publics particuliers (par exemple, uniquement le personnel).

Ainsi, les données existantes ne sont pas suffisantes pour renseigner de l'état de la qualité de vie de la communauté l'UNIL, telle que définie selon les thématiques susmentionnées (en savoir plus en page 30). Le monitoring de nouveaux indicateurs à l'UNIL, dont certains devraient être renseignés par enquête longitudinale, permettra de renseigner l'état du socle social à l'UNIL et de suivre son évolution au cours du temps. L'enquête longitudinale sur le socle social de l'UNIL pourra mobiliser des analyses factorielles confirmatoires¹⁶⁴, afin de dégager statistiquement la structure du modèle théorique de la qualité sociale tel que nous l'envisageons. Cela pourrait ensuite permettre d'obtenir un score moyen reflétant l'état de chaque thématique sociale-locale du Donut dans une perspective comparative. Le traitement des résultats devra intégrer les différences numériques entre les groupes qui composent la communauté UNIL et devra également rendre compte des inégalités dans la satisfaction des différents paramètres de la qualité sociale.

6.3. Enjeux méthodologiques autour de la déclinaison des limites planétaires à l'UNIL et résultats détaillés

Algorithme de calcul des budgets écologiques attribués à l'UNIL

La méthode d'allocation des valeurs seuils globales à l'UNIL est la suivante :

- Les valeurs seuils globales sont réparties équitablement par personne, au sein de la population mondiale projetée en 2050 (conformément au principe d'allocation égalitaire)¹⁶⁵ ;
- Le budget individuel (en CO₂ eq., kg d'azote, etc.) pour 2050 est multiplié par la population projetée en 2050 dans le canton de Vaud, afin de définir le budget alloué au Canton de Vaud, en 2050 ;
- Pour chaque limite planétaire considérée dans le Donut UNIL, les impacts de l'UNIL en 2019 sont divisés par les impacts du canton de Vaud en 2019. Cela permet de définir la part actuelle de responsabilité de l'UNIL dans les impacts écologiques du canton de Vaud ;
- Cette part de responsabilité, calculée pour 2019, est projetée sur le budget du canton de Vaud en 2050 : le budget de l'UNIL en 2050 est obtenu en multipliant la part actuelle de responsabilité de l'UNIL par le budget alloué au canton de Vaud **+ en 2050**.

+ En attribuant un « budget écologique » au canton de Vaud en 2050, l'approche adoptée à l'UNIL s'apparente à une allocation hybride entre égalitarisme, souveraineté et « grandfathering » (en projetant en 2050 la part actuelle des impacts de l'UNIL par rapport à ceux du canton de Vaud). Ce dernier principe d'allocation, utilisée comme méthode d'allocation dans les négociations internationales autour du climat, est critiquable car il attribue un budget carbone moins important, à l'horizon 2050, aux entités qui ont déjà réalisé des efforts de réduction de leurs impacts avant la date de référence du calcul (2019, en l'occurrence pour l'UNIL) (Kuriakose et al., 2022).

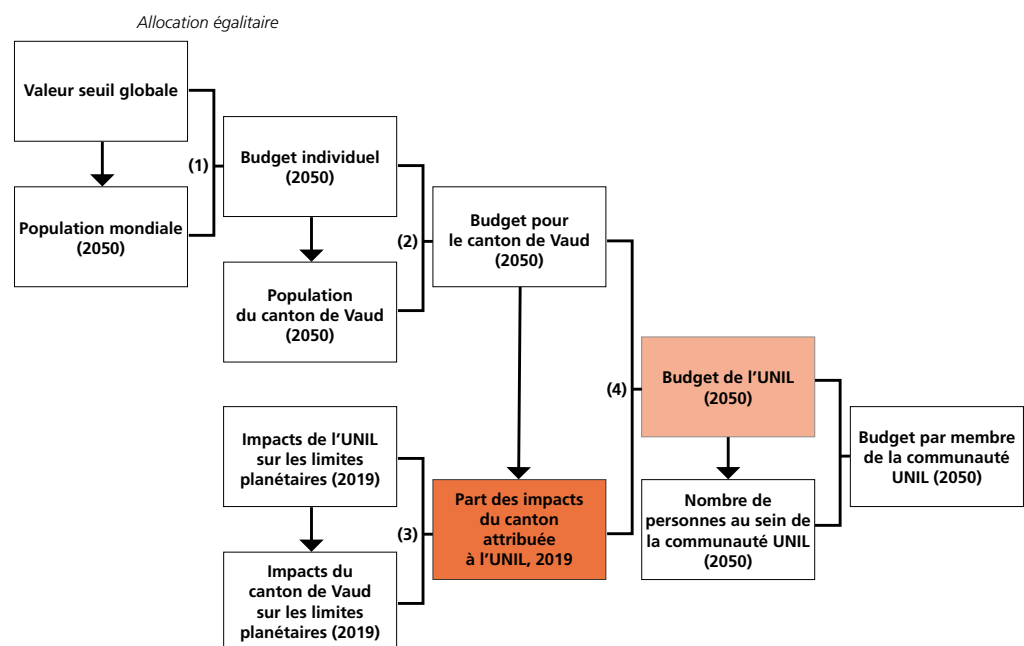


Figure 22 : règle d'allocation des limites planétaires à l'UNIL. CCD (UNIL), 2023.

Cette méthode, décrite dans la figure ci-dessus, définit les budgets de l'UNIL suivant deux hypothèses principales :

- La part du « budget écologique » du canton attribuée à l'UNIL reste stable, entre 2019 et 2050. Ceci sous-entend qu'aucune décision politique n'alloue aux

+ Conformément aux hypothèses de l’Office fédéral de la statistique, la méthode d’allocation adoptée considère que la communauté UNIL croît de manière proportionnelle à la croissance démographique en Suisse entre 2019 et 2050.

Hypothèses démographiques

- activités académiques une part du budget écologique du canton supérieure ou inférieure aux autres activités sur le territoire, par rapport à 2019.
- La part de résident·es en Suisse étudiant à l’UNIL n’évolue pas, + entre 2019 et 2050. Ceci sous-entend qu’aucune décision politique – ou sociétale – n’influence de manière positive ou négative la part des résident·es suisses qui suivent une formation universitaire.

Les calculs d’allocation des limites planétaires à l’UNIL prennent pour hypothèses démographiques les chiffres rassemblés dans le tableau 46 ci-dessous.

Données démographiques	2019	2030	2050
Population mondiale	7’716’700’000	8’424’900’000	9’550’900’000
Population en Suisse	8’600’000	9’500’000	11’000’000
Population du canton de Vaud	806’088	902’103	1’044’509
Population à l’UNIL	19’334	22’264	24’225

Tableau 46 : hypothèses démographiques prises en compte dans la déclinaison des limites planétaires pour l’UNIL.

La population dans le monde et en Suisse est issue des scénarios des Nations Unies¹⁶⁶. La population vaudoise est issue des projections démographiques du Canton de Vaud¹⁶⁷. Les projections du nombre d’étudiant·es de l’UNIL sont basées sur les scénarios de l’Office fédéral de la statistique¹⁶⁸. Les projections démographiques du personnel UNIL sont réalisées en considérant que le nombre de membres du personnel de l’UNIL est proportionnel au nombre d’étudiant·es.

Budgets écologiques attribués à l’UNIL

+ L’attribution d’une moyenne Suisse aux habitant·es du canton de Vaud pourrait sous-estimer les impacts écologiques actuels du canton, car sa population a probablement un impact écologique supérieur à la moyenne suisse en raison de son pouvoir d’achat supérieur à la moyenne nationale. A titre d’exemple, Frischknecht et al. (2013) et le Global Carbon Atlas attribuent à la Suisse une empreinte carbone moyenne (3 scopes) d’environ 14 tonnes de CO₂ eq. par personne en 2018, tandis que le bilan carbone du canton de Vaud atteint une valeur de 15,2 tonnes de CO₂ eq. par personnes, en 2019 (Quantis, 2022).

Le calcul de la part des impacts de l’UNIL par rapport aux impacts du canton de Vaud est nécessaire à l’allocation des budgets écologiques à l’UNIL, en 2050. Il est basé sur les données les plus récentes, cantonales dans la mesure du possible sinon + nationales (tableau 47).

Le bilan carbone des habitant·es du canton de Vaud en 2019 a été ajusté afin d’être comparable avec le bilan carbone de l’UNIL (en savoir plus en page 65). L’ajustement ajoute 2,4 tonnes de CO₂ eq. à l’empreinte carbone annuelle moyenne d’un·e résident·e vaudois·e en 2019, par rapport au bilan cantonal.

Limite planétaire	Indicateur du Donut UNIL	État récent, par personne (VD ou CH)	Source de la donnée, année de référence	Fiabilité locale du ratio relatif à la part des impacts de l’UNIL dans le canton de Vaud
Changement climatique	Émissions de GES (en kg CO ₂ eq.)	16,98 t CO ₂ eq./hab/an (VD)	Bilan carbone du canton de Vaud, 2019 ajusté par les auteur·trices	Forte (donnée locale)
Érosion de la biodiversité globale	Empreinte sur la biodiversité globale (score de dommage potentiel à la biodiversité)	Inconnu	-	Faible: moyenne des ratios obtenus pour les autres indicateurs écologiques globaux
Perturbations du cycle de l’azote	Azote perdu dans les milieux naturels (en kg N/an)	13,7 kg N/hab/an (CH)	Dao et al. (2015), 2011	Moyenne (donnée nationale)
Perturbation du cycle de l’eau	Consommation d’eau bleue (en m ³ /an)	288 m ³ /hab/an (CH)	O’Neill et al. (2018), 1996-2005	Moyenne (donnée nationale)

Tableau 47 : état récent des impacts des habitant·es du canton de Vaud ou de Suisse sur les indicateurs du quadrant écologique-global. CCD (UNIL), 2023.

Il en résulte les budgets suivants pour l'UNIL (tableau 48). Pour la majorité, les budgets attribués à l'UNIL sont directement transformés en valeur cible pour le Donut UNIL, sauf dans le cas de l'empreinte carbone à laquelle est affectée des valeurs cibles relatives aux émissions brutes de GES (en savoir plus en page 67).

Limite planétaire	Variable de contrôle	Type de budget	Valeur seuil globale	Indicateur du Donut UNIL	Budget mondial	Budget individuel par personne (2050)	Budget pour le canton de Vaud (2050)	Part des impacts du canton attribuée à l'UNIL en 2019	Budget pour l'UNIL (2050)	Valeur cible Donut UNIL (2050)
Changement climatique	Émissions de GES (en kg CO ₂ eq.)	Cumulatif	entre 2020 et 2100 : 280-1'370 Gt CO ₂ eq. GIEC, AR6	Empreinte carbone (en kg CO ₂ eq.)	Entre 2020 et 2100 : 280 -1'370 Gt CO ₂ eq.	Entre 2020 et 2100 : 29-143 t CO ₂ eq./pers	Entre 2020 et 2100 : 30-149 Gt CO ₂ eq.	0,31%	Entre 2019 et 2100 : 94'000-463'000 t CO ₂ eq.	en 2050 : 2'118 t CO ₂ eq.
Érosion de la biodiversité globale	Biodiversity Intactness Index (en %)	Annuel	90% Steffen et al. (2015)	Empreinte sur la biodiversité globale (score de dommage potentiel à la biodiversité, sans unité)	195'000	0,00002	21,33	0,41% Moyenne des valeurs associées aux autres limites planétaires	0,09	0,09
Perturbations du cycle de l'azote	Azote perdu dans les milieux naturels (en kg N/an)	Annuel	47'600'000 t N/an Dao et al. (2015)	Empreinte azote (en kg N/an)	47'600'000 t N/an	5,0 kg N/an	5'205'649 kg N/an	0,49%	25'396 kg N/an	25'396 kg N/an
Perturbation du cycle de l'eau	Consommation d'eau bleue (en m ³ /an)	Annuel	4'000 km ³ /an Steffen et al. (2015)	Empreinte hydrique (en m ³ /an)	4'000 km ³ /an	419 m ³ /an	437'449' 455 m ³ /an	0,43%	1'868'763 m ³ /an	< 1'868'763 m ³ /an

Tableau 48 : déclinaison détaillée des limites planétaires jusqu'aux valeurs cibles du Donut UNIL. CCD (UNIL), 2023. Pour plus de détails sur les éléments contenus dans ce tableau, se référer à la section 4 (page 91).

6.4. Méthode d'analyse de flux de matière (MFA) de l'UNIL

L'analyse des flux de matière (MFA) des activités de l'UNIL articule plusieurs éléments, desquels sont extraits les impacts des activités de l'UNIL sur les limites planétaires (figure 23) :

- Les données primaires sont les flux d'énergie, de personne, de matière qui sont comptabilisés dans le périmètre sectoriel et spatial du Donut UNIL : masse de produits consommés, kilowattheure d'électricité consommée, kilomètres parcourus en voiture individuelle, etc. Ces données sont parfois post-traitées ou extrapolées pour remplacer des données primaires manquantes (en savoir plus en page 117) ;
- Les variables intermédiaires sont les variables disponibles dans la base de données environnementales ecoinvent ou dans la base de données sociales. Chacune est associée à une donnée primaire, parfois au moyen d'un facteur de conversion ;

- Les variables de sortie sont les résultats de l'analyse de cycle de vie (ACV) : ce sont des pressions écologiques, calculées grâce à la base de données environnementales qui contient les impacts unitaires de chaque variable intermédiaire. Ces variables doivent parfois être converties pour être comparables aux indicateurs du Donut UNIL.

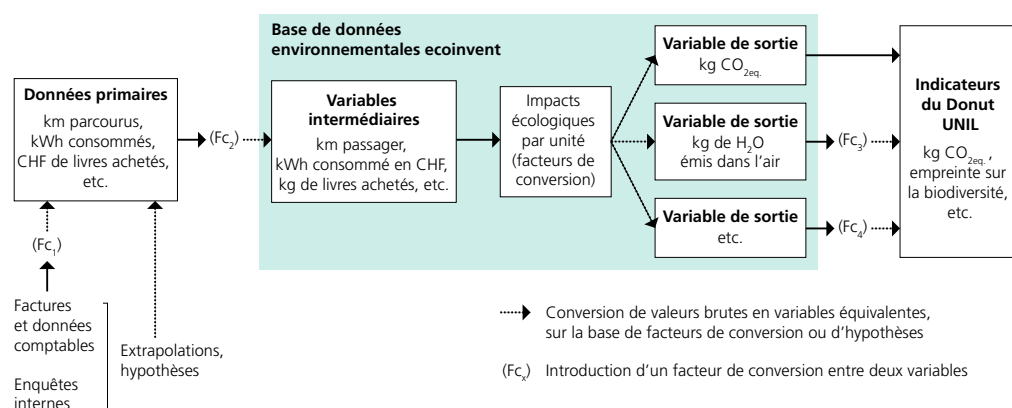


Figure 23 : schéma méthodologique de l'analyse de flux de matières (MFA), des données primaires à l'état actuel des indicateurs du Donut UNIL.CCD (UNIL), 2023.

Chaque étape présente ses limites, de l'inventaire des données primaires jusqu'à la conversion des variables de sortie, et augmente l'imprécision des résultats de l'analyse des flux de matière. La suite de cette section décrit les méthodes, les hypothèses adoptées et les facteurs de conversion mobilisés au sein de l'analyse de flux de matières de l'UNIL, afin de clarifier les limites des résultats présentés dans la section 4.1 et de faciliter sa reproductibilité.

Récolte des données primaires

La fiabilité des résultats varie en premier lieu en fonction de la qualité des données primaires disponibles :

- Certaines données proviennent directement du système de monitoring de l'Université (service Unibat, enquête mobilité, analyse des pratiques d'achats alimentaires par l'entreprise Beelong). Dans ce cas la fiabilité des données est haute (ou moyenne si une extrapolation est nécessaire) ;
- D'autres données sont obtenues à partir des données comptables de l'UNIL, puis les montants des achats de biens de consommation sont associés à des variables intermédiaires disponibles au sein de la base de données ecoinvent. Pour ces postes, des simplifications et extrapolations sont effectuées par manque de précisions des données, donc la fiabilité des données primaires obtenue est basse ;
- Enfin, certaines données sont indisponibles : dans ce cas, des hypothèses et extrapolations sont effectuées pour obtenir des données primaires. La fiabilité de ces données est basse.

L'origine, l'éventuel post-traitement et la fiabilité des données primaires récoltées sont synthétisée dans le tableau 49.

Domaine	Sous-domaine	Disponibilité des données primaires	Source des données primaires	Unité de la donnée primaire	Post-traitement des données primaires	Unité des variables intermédiaires (ecoinvent)	Qualité des données	Année de référence
Alimentation	Aliments achetés par les départements universitaires	Disponible	Données comptables	CHF/a	Conversion en variable intermédiaire ecoinvent (CHF → kg)	kg/a	Basse	2019
	Aliments vendus dans les cafétérias universitaires	En partie disponible	Suivi opéré par l'entreprise Beelong	kg/mois	Conversion en variable intermédiaire ecoinvent et extrapolation	kg/a	Moyenne	2019
	Repas du personnel et des étudiant-es (achetés hors UNIL)	Indisponible	Extrapolation des données (base : « Aliments vendus dans les cafétérias universitaires »)	kg/a	Extrapolation des données	kg/a	Basse	2019
Bâtiments et espaces verts	Énergie - Électricité	Disponible	Unibat	kWh/a	-	kWh/a	Haute	2019
	Énergie - Chauffage et refroidissement	Disponible	Unibat	kWh/a	-	kWh/a	Haute	2019
	Matériaux de construction	Indisponible	Hypothèses à partir de BKI et SméO	kg/SP	Extrapolation et conversion en variable intermédiaire ecoinvent	kg/a	Basse	2019
	Consommation d'eau	Disponible	UNIBAT	m³/a	-	m³/a	Haute	2019
Mobilité	Mobilité professionnelle des employé-es, étudiant-es et invité-es	Disponible / En partie disponible	Données comptables / Analyse interne	CHF/a	Conversion en variable intermédiaire ecoinvent (CHF → pkm, km)	pkm/an ou km/a	Basse	2019
	Mobilité pendulaire des employé-es et des étudiant-es	Disponible	Enquête mobilité	pkm/a (passager-kilomètre par an)	Extrapolation des données	pkm/an	Moyenne	2019
Biens de consommation et déchets	Produits d'entretien des bâtiments (achetés par UNIL)	Disponible	Données comptables	CHF/a	Conversion en variable intermédiaire ecoinvent (CHF → kg)	kg/a	Basse	2019
	Mobilier	Disponible	Données comptables	CHF/a	Conversion en variable intermédiaire ecoinvent (CHF → kg)	kg/a	Basse	2019
	Matériel informatique et électronique (acheté par l'UNIL)	Disponible	Données comptables	CHF/a	Conversion en variable intermédiaire ecoinvent (CHF → kg) pour le matériel acheté par l'UNIL	kg/a	Basse	2019
	Ordinateurs achetés par les étudiant-es	Indisponible	Données comptables	unités/a	-	unités/a	Basse	2019
	Matériel de bureau	Disponible	Données comptables	CHF/a	Conversion en variable intermédiaire ecoinvent (CHF → kg)	kg/a	Basse	2019
	Matériel et ressources de laboratoire	Disponible	Données comptables	CHF/a	Conversion en variable intermédiaire ecoinvent (CHF → kg)	kg/a	Basse	2019
	Papier et carton	Disponible	Données comptables	CHF/a	Conversion en variable intermédiaire ecoinvent (CHF → kg)	kg/a	Basse	2019
	Produits agricoles et outils pour l'entretien d'espaces verts	Disponible	Données comptables	CHF/a	Conversion en variable intermédiaire ecoinvent (CHF → kg)	kg/a	Basse	2019
	* Autres biens de consommation	Disponible	Données comptables	CHF/a	Conversion en variable intermédiaire ecoinvent (CHF → kg)	kg/a	Basse	2019
	Élimination des déchets	Disponible	Unibat	kg/a		kg/a	Haute	2019

* Tout bien de consommation qui ne rentre pas dans les catégories existantes. Il s'agit par exemple de biens classés dans les données comptables comme achats divers ou consommables.

Tableau 49 : synthèse des données primaires récoltées pour l'analyse de flux de matière de l'UNIL (origine des données, post-traitement, fiabilité). CCD (UNIL), 2023.

Certaines données primaires sont indisponibles ou partiellement indisponibles, lorsque les flux de matière et d'énergie ne sont pas financés par l'UNIL (c'est le cas des ordinateurs achetés par les étudiant·es ou de l'alimentation consommée à l'UNIL mais achetée par les membres de la communauté à l'extérieur du campus). Le cas échéant, les données primaires sont générées suivant les méthodes suivantes :

Repas achetés hors de l'UNIL

L'UNIL ne possède pas de statistique sur la quantité ou le contenu des repas apportés par la communauté universitaire pour être consommés à l'UNIL. Les données primaires associées à ce poste sont donc calculées par extrapolation des données disponibles sur les aliments vendus dans les cafétérias universitaires. Le nombre théorique de repas qui est consommé à l'UNIL est calculé en supposant que chaque étudiant·e et chaque collaborateur·trice (en ETP) consomme un repas par jour à l'UNIL, 5 fois par semaine, 16 semaines par semestre pour les étudiant·es et **+ 23 semaines par semestre pour les employé·es**. Cette estimation est comparée avec le nombre de repas vendu par les cafétérias, qui représentent un certain pourcentage du nombre théorique de repas principaux (« Menus ») qui pourraient être vendus. La différence entre le nombre théorique de repas consommés à l'UNIL et les ventes des cafétérias indique combien de repas sont considérés comme apportés depuis l'extérieur (ou consommés hors UNIL en cas de travail à distance).

+ Le nombre théorique de repas consommés par la communauté universitaire a été calculé avec une population de référence à l'UNIL légèrement inférieure (-5%) aux 19'334 personnes prise en compte dans le reste des calculs effectués dans le présent rapport. Il en résulte une légère sous-estimation du nombre théorique de repas consommés, qui s'ajoute aux multiples incertitudes relatives à la fréquence et au contenu des repas consommés par la communauté UNIL, mais pas achetés dans les points de vente sur les campus.

En faisant l'hypothèse que la composition des plats apportés depuis l'extérieur est similaire aux repas vendus par les cafétérias, en excluant les boissons, les pâtisseries et d'autres produits ne faisant pas partie d'un menu, alors les impacts du sous-domaine « Aliments vendus dans les cafétérias universitaires », sont extrapolés à hauteur de la quantité de repas présumés comme apportés depuis l'extérieur et consommés pendant les heures de travail ou d'étude à l'UNIL.

Ainsi, en 2019, un quart seulement des repas théoriquement consommés par la communauté universitaire ont été acheté dans les cafétérias. Cela signifie que trois-quarts des repas du midi sont apportés depuis l'extérieur ou consommés ailleurs. La masse de produits alimentaires obtenue dans la catégorie « Aliments vendus dans les cafétérias universitaires » a donc été multipliée par un facteur 2,8 afin d'estimer la quantité totale de nourriture consommée par le personnel et les étudiant·es de l'UNIL en dehors des cafétérias universitaires. C'est cette quantité de nourriture théorique (extrapolée) qui est saisie en tant que donnée primaire de l'analyse des flux de matière pour estimer les impacts environnementaux du sous-domaine « Repas du personnel et des étudiant·es (hors UNIL) ».

Matériaux de construction

Les données sur les matériaux employés pour la construction des bâtiments existants sur le campus (et intégrés au périmètre spatial du Donut UNIL) sont indisponibles, ou disponibles très partiellement sur le dernier bâtiment construit à l'UNIL. Pour évaluer la masse et le type de matériaux présents dans les bâtiments de l'UNIL, les outils BKI et SméO permettent de définir la composition attendue en matériaux de construction et une masse moyenne de matériaux par m² de surface de plancher (pour les lots structurels), en fonction de la date de construction (avant ou après 2000) et du procédé constructif employé.

Les données primaires ainsi reconstituées excluent néanmoins les impacts du chantier et les matériaux employés pour la rénovation lourde des bâtiments. De plus, les bases de données BKI et SméO ne permettent pas de produire des données fiables sur tous les lots de second-œuvre : la masse de matériaux de construction et rénovation ainsi calculée est probablement sous-estimée.

Ordinateurs achetés par les étudiant·es

L'Université de Lausanne ne fournissant pas d'ordinateur aux étudiant·es, celle-ci n'a aucune donnée sur le nombre d'ordinateurs utilisés, leur modèle ou durée de vie. Pour estimer les données primaires relatives à ce poste, il a été pris pour hypothèse que chaque nouvel·le étudiant·e à l'UNIL achète son propre ordinateur portable et qu'il le conserve pendant toute la durée de ses études à l'UNIL. Aussi, avec 4'078 nouveaux étudiant·es à l'UNIL en 2019, le bilan de l'UNIL contient 4'078 ordinateurs portables par année, achetés par les étudiant·es.

Les données primaires ainsi reconstituées excluent l'énergie consommée lors de la phase d'utilisation des ordinateurs des étudiant·es en dehors du campus (enseignement et études à distance).

Concordance entre
données primaires et
variables intermédiaires

Les données primaires sont associées à des variables intermédiaires, disponibles dans la base de données ecoinvent (v.3.9.1). Les variables intermédiaires sélectionnées sont presque systématiquement de type *market for*: c'est-à-dire qu'elles incluent les impacts du produit sur l'ensemble de son cycle de vie jusqu'au consommateur. Lorsque la base de données ne contient pas de variable intermédiaire spécifiquement adaptée au contexte suisse (basée sur les importations/exportations suisses, sur les sites de production, etc.), la variable intermédiaire sélectionnée reflète les impacts moyens de la production du matériau donné, dans le monde.

Lorsque la donnée primaire (valeur monétaire, ou autre) ne correspond pas directement à la variable intermédiaire (masse, distance, etc.), alors une méthode de conversion est employée. Celle-ci est décrite par secteur, dans les tableaux suivants.

Alimentation

Sous-domaine	Méthode de post-traitement des données primaires	Remarques
Aliments vendus dans les cafétérias universitaires	L'entreprise Beelong a récolté et analysé la somme (en kg) des aliments achetés par deux cafétérias de l'UNIL (Geopolis et Unithèque) sur une période de 2 mois, en 2019. La quantité d'aliments correspondante est multipliée par un facteur 5 pour extrapoler ces données primaires à l'ensemble de l'année scolaire 2019 (hors congés intersemestriels, période totale de dix mois). Les données primaires disponibles, en kilogrammes, sont généralement des produits transformés, à l'état final. Ainsi, pour chaque aliment les trois ingrédients principaux, répartis par pourcentage de la masse totale supposée, ont été identifiés. Chaque ingrédient est ensuite associé à une variable intermédiaire disponible dans ecoinvent.	Les calculs prennent pour hypothèse que les deux cafétérias couvrent presque la totalité des ventes sur le campus de Dorigny. Les variables intermédiaires disponibles dans ecoinvent v.3.9.1 ne tiennent pas compte du lieu d'origine des produits, de leur saisonnalité ou de leurs méthodes de production. La majeure partie des aliments vendus dans les cafétérias sont transformés sur place, à base de matière première peu transformée (farine, légumes, etc.). Les impacts environnementaux liés à la transformation de ces produits sur site sont donc comptabilisés dans les flux de matière et d'énergie internes à l'UNIL (domaines « Bâtiments et espaces verts » et « Biens de consommation et déchets »). Néanmoins, une partie des produits sont transformés à l'extérieur de l'UNIL : dans ce cas, les impacts écologiques et sociaux de la transformation, de l'emballage et du transport des produits finis ne sont pas comptabilisés dans les variables de sortie. De plus, seuls les 3 ingrédients majoritaires dans la composition des aliments sont comptabilisés dans les impacts de l'UNIL : les impacts écologiques et sociaux de ce poste sont donc probablement légèrement sous-estimés.
Aliments achetés par les départements universitaires	Les données financières converties en kilogrammes de d'aliments sont disponibles dans la base de données ecoinvent (selon leur composition moyenne présumée, suivant la méthode adoptée pour les « Aliments vendus dans les cafétérias universitaires »).	Il s'agit ici principalement de boissons (café, eau). Nous faisons l'hypothèse que ces boissons sont majoritairement achetées aux cafétérias de l'UNIL, puis facturées et ainsi identifiées dans les données comptables. La quantité de produits probablement achetés par les facultés aux cafétérias de l'UNIL a donc été soustraite du sous-domaine pour éviter un double comptage.
Repas du personnel et des étudiant-es (achetés hors UNIL)	Données primaires obtenues par extrapolation, post-traitées suivant la même méthode que les « Aliments vendus dans les cafétérias universitaires »	

Tableau 50 : détail de la méthode de post-traitement des données primaires dans le secteur de l'alimentation.

Bâtiments et espaces verts

Sous-domaine	Méthode de post-traitement des données primaires	Remarques
Énergie - Électricité	Pas de post-traitement nécessaire. Par contre, le contenu carbone du mix électrique considéré à l'UNIL équivaut au mix électrique moyen en Suisse (0,128 kg CO _{2,eq} /kWh), malgré le fait que l'électricité achetée par l'UNIL soit certifiée comme issue de source renouvelable. Ce même choix a été fait par d'autres établissements d'enseignement supérieur voisins, par cohérence scientifique (EPFL, Université de Genève, etc.).	Ne concerne que les bâtiments inclus dans le périmètre spatial du Donut UNIL. L'électricité produite par des panneaux photovoltaïques sur le campus et autoconsommée est aussi considérée. À l'opposé, l'électricité refoulée (c'est-à-dire la part de la production des PVs sur le campus et réinjectée sur le réseau) est exclue des calculs.
Énergie - Chauffage et refroidissement	Pas de post-traitement nécessaire, donnée primaire compatible avec une variable intermédiaire dans ecoinvent v.3.9.1	Ne concerne que les bâtiments inclus dans le périmètre spatial du Donut UNIL.
Matériaux de construction	Les données primaires produites suivant les hypothèses décrites section 7.4.1 correspondent aux variables intermédiaires dans ecoinvent v.3.9.1. En outre, les données comptables de l'UNIL contiennent des factures d'achat de matériaux de construction associés aux petits travaux d'entretien réalisés par Unibat : les données comptables disponibles sont converties en kilogrammes de matériaux, suivant les variables intermédiaires disponibles dans ecoinvent v.3.9.1. Les impacts des matériaux de construction sont amortis de manière égale chaque année qui suit la construction, et ce pendant 30 ans.	Ne concerne que les bâtiments inclus dans le périmètre spatial du Donut UNIL.
Consommation d'eau	Pas de post-traitement nécessaire, donnée primaire compatible avec une variable intermédiaire dans ecoinvent v.3.9.1.	Ne concerne que les bâtiments inclus dans le périmètre spatial du Donut UNIL et la consommation d'eau potable en provenance du réseau.

Tableau 51 : détail de la méthode de post-traitement des données primaires dans le secteur du bâtiment.

Mobilité

Sous-domaine	Méthode de post-traitement des données primaires	Remarques
Mobilité professionnelle des employé-es, étudiant-es et invité-es	Données comptables converties en kilomètres effectués par personne (pkm) disponibles dans ecoinvent v.3.9.1 (variables intermédiaires), selon le type de moyen de transport. Les données comptables de trois comptes financiers concernés ont été analysés en détail sur un-deux mois par l'entreprise Quantis lors d'une étude précédente, réalisée sur les remboursements des trajets professionnels en 2019. Les résultats de cette analyse sont extrapolés au reste de l'année, suivant l'hypothèse que la fréquence des voyages ne varie pas au cours de l'année scolaire. Pour les vols en avion, les kilomètres parcourus sont calculés à partir de l'information sur les aéroports d'origine et d'arrivée. Pour les transports en train et en voiture, la distance a été calculée à partir de la valeur monétaire totale et d'un prix au kilomètre défini.	Les trajets professionnels identifiés dans les données comptables sont principalement des vols en avion, des trajets en train ou des abonnements pour des titres de transport public. 3 comptes ont été analysés en détails. Il se peut que d'autres comptes financiers contiennent aussi des dépenses liées à la mobilité professionnelle: il est donc probable que les distances totales parcourues soient sous-estimées. En particulier: les voyages d'études des étudiant-es ne sont très probablement pas pris en compte (données lacunaires, mal identifiées).
Mobilité pendulaire des employé-es et des étudiant-es	Données primaires issues de l'enquête mobilité réalisée chaque année à l'UNIL. Celle-ci produit une estimation du nombre de kilomètres totaux effectués en une année, différenciés selon le type de moyen de transport (résultats de l'enquête extrapolés à l'ensemble de la communauté universitaire). Ces données sont converties en passager-ères kilomètres (pkm) selon le type de moyen de transport (variable intermédiaire ecoinvent).	L'UNIL mène chaque année une enquête sur les pratiques de mobilité pendulaire de la communauté universitaire. Les résultats de l'enquête sont extrapolés à la totalité de la communauté UNIL (pour les collaborateur-trices en ETP, en personnes pour les étudiant-es). La réalisation de cette enquête est confiée à l'Institut de géographie et durabilité (IGD) et à la Fondation suisse pour la recherche en sciences sociales (FORS).

Tableau 52 : détail de la méthode de post-traitement des données primaires dans le secteur de la mobilité.

Biens de consommation et déchets

La majorité des données qui concernent les biens de consommation nécessitent un post-traitement afin d'améliorer la compatibilité entre les données primaires récoltées (en valeur monétaire, ou autre unité) et les variables intermédiaires disponibles dans la base de données ecoinvent v.3.9.1.

Environ 62'000 écritures financières issues des comptes de l'UNIL sont classées en différentes catégories de produits (données primaires). À chaque catégorie de produits est attribué un prix moyen au kilogramme. Ceci a été calculé à partir des données de l'Office fédéral de la douane et de la sécurité des frontières (OFDF) pour 2019. Pour chaque catégorie de produits, un ou plusieurs équivalents dans la base de données SwissImpex de l'OFDF ont été définis et le prix par kilogramme calculé. Une différenciation a été faite entre les produits importés (valeur monétaire et quantité importée donnant le prix par kg) et produits dans le pays (valeur monétaire et quantité exportée donnant le prix par kg). La moyenne pondérée suivant la masse de chaque équivalent a été comparée avec les données à disposition et adaptée si nécessaire, afin de renforcer la fiabilité des variables intermédiaires. En divisant la valeur monétaire de chaque catégorie de produit par son prix au kilogramme, sa masse totale est ainsi obtenue: cette conversion introduit une grande incertitude et produit des variables intermédiaires peu fiables.

Pour certaines catégories de produits, des variables intermédiaires sont directement disponibles dans ecoinvent : papier, engrais, ordinateurs, imprimantes, matériaux de construction, etc. Pour les autres catégories de produits, par exemple les meubles, les matériaux de laboratoire, de bureau, etc., les variables intermédiaires ne sont pas disponibles dans la base de données et ont dû être recomposées manuellement. Pour elles, une composition moyenne présumée, en somme de matériaux primaires, a été définie à l'aide de la littérature existante ou suivant des hypothèses. Une quantité présumée d'énergie nécessaire pour l'assemblage, l'emballage et le transport du produit fini a été ajoutée en tant que variable intermédiaire, aux côtés des masses de matériaux bruts.

Ici aussi, notons que pour certaines catégories, liées par exemple au matériel et aux ressources de laboratoire, la composition moyenne présumée est approximative en raison de la grande hétérogénéité de produits concernés.

Ce post-traitement permet de convertir des données monétaires en masse de matériaux auxquelles correspondent des variables intermédiaires dans la base de données ecoinvent. Cette méthode diminue néanmoins la fiabilité des variables intermédiaires obtenues, en raison des multiples hypothèses et simplifications réalisées sur la composition et le prix au kilogramme des catégories de produits (données primaires).

De plus, en cas de données indisponibles ou partiellement disponibles, des règles d'extrapolation basées sur un certain nombre d'hypothèses de travail sont appliquées afin d'obtenir des variables intermédiaires à analyser sous l'angle de leurs impacts écologiques. La méthode adoptée pour chaque domaine et sous-domaine intégré au périmètre sectoriel du Donut UNIL est détaillée dans le tableau 53.

Sous-domaine	Méthode	Remarques
Produits d'entretien des bâtiments (achetés par UNIL)	Données comptables converties en kilogrammes de matériaux disponibles dans ecoinvent v.3.9.1 (variables intermédiaires), selon leur composition moyenne présumée.	Il s'agit ici principalement de produits ménagers achetés en interne par l'UNIL. Cette catégorie exclue les produits achetés par les sociétés de ménage, qui assurent le nettoyage des locaux de l'UNIL.
Mobilier	Données comptables converties en kilogrammes de matériaux disponibles dans ecoinvent v.3.9.1 (variables intermédiaires), selon leur composition moyenne présumée.	Il s'agit ici principalement de meubles.
Matériel informatique et électronique	Données comptables converties en kilogrammes de matériaux disponibles dans ecoinvent v.3.9.1 (variables intermédiaires), selon leur composition moyenne présumée.	Il s'agit ici principalement de matériel informatique (ordinateurs, imprimantes, matériel audiovisuel, câbles, etc.) et électronique (piles, lampes, frigorifères, etc.). L'information sur le nombre d'ordinateurs achetés pour l'UNIL, obtenu via les données comptables, est fiabilisé grâce au suivi du Ci de l'UNIL.
Matériel de bureau	Données comptables converties en kilogrammes de matériaux disponibles dans ecoinvent v.3.9.1 (variables intermédiaires), selon leur composition moyenne présumée.	Il s'agit ici principalement de classeurs et d'autre matériel de bureau.
Matériel et ressources de laboratoire	Données comptables converties en kilogrammes de matériaux disponibles dans ecoinvent v.3.9.1 (variables intermédiaires), selon leur composition moyenne présumée.	Il s'agit ici principalement de machines de laboratoire, plastiques, verrerie et produits chimiques.
Papier et carton	Données comptables converties en kilogrammes de matériaux disponibles dans ecoinvent v.3.9.1 (variables intermédiaires), selon leur composition moyenne présumée.	Il s'agit ici principalement de papier et carton tel quels, de livres et de revues papier.
Produits agricoles et outils pour l'entretien d'espaces verts	Données comptables converties en kilogrammes de matériaux disponibles dans ecoinvent v.3.9.1 (variables intermédiaires), selon leur composition moyenne présumée.	Il s'agit ici principalement d'engrais, pesticides et des outils pour l'entretien des espaces extérieurs. L'UNIL n'utilise pratiquement pas des pesticides et de fertilisants. L'exploitation agricole et l'entretien des espaces verts sont majoritairement attribués à des prestataires extérieurs.
Autres biens de consommation	Données comptables converties en kilogrammes de matériaux disponibles dans ecoinvent v.3.9.1 (variables intermédiaires), selon leur composition moyenne présumée.	Il s'agit ici principalement de sacs plastiques, de textiles, et d'autres biens de consommation auxquels aucune catégorie ne convient.
Élimination des déchets	Pas de post-traitement nécessaire, donnée primaire compatible avec une variable intermédiaire dans ecoinvent v.3.9.1.	Ne concerne que les bâtiments inclus dans le périmètre spatial du Donut UNIL.

Tableau 53: détail de la méthode de post-traitement des données primaires relatives aux biens de consommation et déchets.

Conversion des variables de sortie

La base de données ecoinvent permet d'associer les variables intermédiaires avec une multitude de d'impacts écologiques globaux. Plusieurs méthodes d'analyse de cycle de vie co-existent dans la base de données ecoinvent (« IPCC 2021 », « EF v3.0 » ou « ReCiPe 2016 » par exemple) et de nombreuses catégories d'impacts sont disponibles « changement climatique », « toxicité humaine », « utilisation de l'eau » ou « utilisation des sols »).

Parmi ces impacts, sont sélectionnés un échantillon de variables de sortie qui permettent de renseigner l'état des indicateurs écologiques globaux du Donut UNIL (en 2019). Ces variables de sortie sont tantôt le résultat de méthodes d'évaluation d'impacts agrégés (selon ReCiPe par exemple), tantôt des variables élémentaires brutes auxquelles aucun facteur de conversion n'a été appliqué (comme des échanges élémentaires avec l'environnement ou des échanges intermédiaires avec la « technosphère »). Certaines variables de sortie ne sont pas directement comparables avec les indicateurs du Donut UNIL : le cas échéant, celles-ci doivent être converties (tableau 54).

- + La méthode de calcul des émissions de gaz à effet de serre du GIEC a été privilégiée afin d'obtenir une variable de sortie davantage compatible avec l'indicateur du Donut UNIL et les outils classiques d'évaluation des émissions de gaz à effet de serre (inventaire cantonal, notamment). Ce choix a pour effet de rendre moins compatibles les résultats de l'analyse de flux de matières de l'UNIL avec celle de Oxford, car la variable de sortie utilisée par Bull et al. (2022) est celle modélisée selon la méthode ReCiPe 2016. Néanmoins, les résultats obtenus avec l'une ou l'autre méthode sont très proches: les méthodes sont donc très similaires.
- + Les facteurs de conversion utilisés dans la méthode ReCiPe 2016 pour obtenir le score d'impact sur la biodiversité (ecosystem quality:ecosystem quality) sont disponibles dans Huijbregts et al., tab. 1.5. (2016). La perspective Égalitaire (E) est choisie comme variable de sortie de l'analyse de flux de matières des activités de l'UNIL.

Indicateur du Donut UNIL	Variable de sortie (ecoinvent) et post-traitement éventuel	Type de variable dans ecoinvent (v 3.9.1)	Remarque
Empreinte carbone	Changement climatique, selon la méthode du GIEC. « IPCC 2021: climate change: including SLCFs: global warming potential (GWP100) »	Impact	* Variable de sortie calculée selon la méthode proposée par le GIEC en 2021 (IPCC 2021, GWP100). La méthode ReCiPe 2016 aurait également pu être utilisée.
Empreinte biodiversité	Dommages aux écosystèmes intégrés au cours du temps, en espèces.an/an « ReCiPe 2016 v1.03, endpoint (E):total: ecosystem quality:ecosystem quality »	Impact	Cet indicateur est un « endpoint impact » de la méthode ReCiPe 2016, qui agrège de manière pondérée plusieurs impacts des activités humaines sur la biodiversité terrestre, aquatique et marine: changement climatique, utilisation de l'eau, écotoxicité de l'eau douce, eutrophisation de l'eau douce, formation d'ozone troposphérique, écotoxicité terrestre, acidification terrestre, modification des habitats, écotoxicité marine, eutrophisation marine. En cohérence avec l'approche E (égalitaire) portée par le modèle du Donut et avec le principe de précaution, la méthode E est choisie parmi trois principes d'allocation proposés par ReCiPe 2016 ¹⁶⁹ pour calculer les impacts de l'UNIL. Les facteurs de conversion, entre la variable intermédiaire et la variable de sortie, varient selon le principe d'allocation choisi.
Empreinte azote	Comme proposé par Dao et al. (2015), les émissions d'éléments azotés (ammoniac, nitrates, ammonium, nitrites) dans l'eau et dans l'air localisées dans les « échanges élémentaires » de la base de données ecoinvent, sont additionnées pour agréger la masse d'azote émis dans les milieux naturels: . « Ammonia - air - low population density, long-term » . « Ammonia - air - non-urban air or from high stacks » . « Ammonia - air - unspecified » . « Ammonia - air - urban air close to ground » . « Nitrate - air - low population density, long-term » . « Nitrate - air - non-urban air or from high stacks » . « Nitrate - air - unspecified » . « Nitrate - air - urban air close to ground » . « Nitrate - soil - unspecified » . « Nitrogen - water - ground » . « Nitrogen - water - ocean » . « Nitrogen - water - surface water » . « Nitrogen - water - unspecified » . « Nitrogen, organic bound - water - ground » . « Nitrogen, organic bound - water - ground-, long-term » . « Nitrogen, organic bound - water - surface water » . « Nitrogen, organic bound - water - unspecified » . « Ammonium - water - ground » . « Ammonium - water - ground-, long-term » . « Ammonium - water - ocean » . « Ammonium - water - surface water » . « Ammonium - water - unspecified » . « Nitrate - water - ground » . « Nitrate - water - ground-, long-term » . « Nitrate - water - ocean » . « Nitrate - water - surface water » . « Nitrate - water - unspecified » . « Nitrite - water - ground » . « Nitrite - water - ground-, long-term » . « Nitrite - water - ocean » . « Nitrite - water - surface water » . « Nitrite - water - unspecified » Pour chaque échange primaire, la masse d'éléments azotés renseignée dans la base de données ecoinvent (en kg total) est transformée en kg d'azote (en utilisant la masse molaire de l'azote).	Échange élémentaire	L'information a été extraite de la base des données ecoinvent en mobilisant directement les valeurs des flux d'« échanges élémentaires » pour chaque variable intermédiaire. Seule la masse de l'azote (N) a été considérée en prenant en compte la masse molaire de l'azote (par exemple dans l'ammonium, NH4). Limite: n'intègre pas les potentielles pertes d'azote liées à la production agricole de produits non alimentaires consommés à l'UNIL (par exemple, le papier).
Empreinte hydrique	Émissions d'eau dans l'air (évaporation) dans chaque milieu de réception, en m ³ d'eau. Cette variable de sortie agrégée est calculée en additionnant les « échanges élémentaires » suivants: . « Water to air, unspecified » . « Water to air, low population density, long-term » . « Water to air, lower stratosphere + upper troposphere » . « Water to air, non-urban air or from high stacks » . « Water to air, urban air close to ground »	Échange élémentaire	L'information a été extraite de la base des données ecoinvent en cherchant les valeurs des flux d'« échanges élémentaires » pour chaque variable intermédiaire. La méthode ReCiPe 2016 aurait également pu être utilisée. Cette méthode implique que seule l'eau évaporée est incluse dans l'état actuel de l'indicateur relatif à la consommation en eau bleue. Elle néglige donc l'eau qui est incluse/stockée dans les produits concernés. Néanmoins, une comparaison entre la variable de sortie ainsi calculée et l'indicateur « water consumption potential (WCP) » de ReCiPe 2016 montre des résultats très similaires: or, le WCP inclut l'eau évaporée, celle qui est incorporée dans les produits et celle qui est transférée vers d'autres bassins versants ou rejetés vers la mer ¹⁷⁰ . Donc, la part de l'eau incorporée dans les produits et celle rejetée en dehors du bassin versant semble négligeable, comme le suggère Doka et al. (2016).

Tableau 54 : synthèse des variables de sortie de l'analyse de flux de matière et de leur éventuel post-traitement.

Base de données environnementales

La base de données ecoinvent a été choisie pour l'analyse de flux de matière de l'UNIL à l'issue d'une étude comparative entre ecoinvent (basée sur la méthode de l'ACV) et EXIOBASE 3 (basée sur la méthode d'analyse entrée-sortie étendue de l'environnement (EEIOA)¹⁷¹).

Chacune des deux bases de données présente des avantages et des inconvénients présentés dans le tableau 55. À noter aussi, que pour le même produit ou service, ces deux bases de données peuvent donner des résultats assez différents. Par exemple, dans l'étude de Steubing et al. (2022)¹⁷², les résultats des calculs sur l'empreinte carbone de produits basés sur la méthode de l'ACV sont 15% inférieurs à ceux obtenus par l'EEIOA. Néanmoins, ecoinvent, dans sa version v.3.9.1 est apparue être la meilleure option pour produire le Donut UNIL dans le contexte Suisse.

Base de données	Méthode	Avantages	Inconvénients
ecoinvent v.3.9.1	L'ACV se concentre sur des produits et services spécifiques et, à cette fin, les bases de données d'inventaire du cycle de vie (LCI) décrivent des processus de production représentatifs (approche bottom-up).	Probablement la base de données sur les ACV la plus complète au monde, elle contient de l'information sur plus de 3'000 produits. Une multitude de données disponibles, jusqu'aux « échanges élémentaires » et « échanges intermédiaires ». Différentes classes d'impacts disponibles Accès et facilité d'usage. Base de données actualisée chaque année Exprime les produits en unités physiques (kg, kWh, unités, etc.). Base de données produite en Suisse, donc intégrant de nombreux produits consommés localement.	Accès payant à la base de données. Manque de données sur de nombreux produits finis. Manque de données spécifiques selon les pratiques de production agricole notamment. Pas de référentiel monétaire. Moyenne mondiale utilisée pour de nombreuses chaînes d'approvisionnement : manque de données localisées.
EXIOBASE 3	L'EEIOA se concentre sur des groupes de produits qui couvrent généralement tout ce qui est consommé dans une économie (approche top-down).	Probablement la base de données sur les EEIOA la plus complète au monde. En libre accès. Elle contient des données sur de nombreux produits finis. Unité de référence monétaire : pratique pour le couplage avec les données comptables. La version hybride exprime les produits en unités physiques et les services en unités monétaires. Elle donne des valeurs spécifiques pour la Suisse.	La base de données ne contient qu'environ deux cents produits (variables intermédiaires). Les dernières données disponibles datent de 2011, les mises à jour sont sectorielles et non systématiques. Nombreuses approximations.

Tableau 55 : tableau des avantages et inconvénients des deux bases de données environnementales ecoinvent et EXIOBASE 3.

6.5. Vers l'analyse des impacts sociaux globaux des activités de l'UNIL : méthode et limites

Pour estimer l'impact social-global de l'UNIL, l'analyse environnementale de flux de matière est complétée d'une base de données sociales qui entend quantifier les impacts sociaux des flux de matière dans le monde. Les données d'entrée et la méthode utilisée (cf. Figure 23 : schéma méthodologique de l'analyse de flux de matières (MFA), des données primaires à l'état actuel des indicateurs du Donut UNIL.CCD (UNIL), 2023.) sont identiques à celles de l'analyse d'impacts environnementaux décrite ci-avant : seule la base de données et les variables de sortie sont différentes.

Plusieurs bases de données environnementales sont utilisables : une comparaison entre la SHDB, la base de données PSILCA (Product Social Impact Life Cycle Assessment) et celle produite par Shilling et al. (2021) montrent un effort mondial (récent et toujours en cours) d'identification de l'esclavage moderne (travail forcé, travail des enfants, etc.) importé dans les chaînes de production (notamment impulsé par les organisations internationales comme l'OIT, l'OMS et l'ONU). Néanmoins, ces bases de données sont, en 2022, lacunaires pour de multiples raisons géopolitiques et techniques. Comme le souligne Shilling et al. en 2021, « *l'exploitation humaine est rarement reportée* » et les études globales menées par l'OIT présentent des lacunes significatives notamment sur les régions de l'Asie (Est et Centre), du Moyen-Orient et plus généralement sur les pays en situation de conflit armé¹⁷³.

De plus, les modèles économiques nécessaires pour retracer les chaînes d'approvisionnement (analyse des flux d'échange de marchandise au niveau mondial) sont également lacunaires et génèrent des approximations importantes qui réduisent significativement la fiabilité des résultats. Ces approximations tendent probablement à parfois surestimer ou sous-estimer l'impact social des biens et services consommés, en extrapolant des données partiellement indisponibles ou en négligeant la phase de transformation finale de certains produits.

En considérant l'état actuellement lacunaire des bases de données mondiales sociales, qui ajoute des lacunes en matière d'impacts en plus des incertitudes liées aux données primaires et à leur post-traitement : l'analyse des impacts sociaux-globaux des flux de matières générés par l'UNIL n'est pas effectuée pour la première version du Donut UNIL.

158. Bull et al., « Analysis: The Biodiversity Footprint of the University of Oxford ».
159. Holman et Walker, « Social Quality and Health ».
160. Doyal et Gough, « A Theory of Human Needs ».
161. Max-Neef, « Human Scale Development ».
162. e.g. (OFS) Office fédéral de la statistique, « Conditions d'études et de vie dans les hautes écoles suisses - Rapport principal de l'enquête 2020 sur la situation sociale et économique des étudiantes et des étudiants | Publication ».
163. e.g. FORS, « Enquête sur le climat de travail et d'étude au sein de l'UNIL ».
164. Les conditions requises par l'analyse psychométrique dans le cadre de la réalisation d'analyse factorielle confirmatoire (AFC, voir Jöreskog, « Statistical Analysis of Sets of Congeneric Tests ».) sont les suivantes : inclure au moins 10 répondant-es par variables (Nunnally, « Psychometric theory ».), 5 observations par paramètre estimé (Bentler et Chou, « Practical Issues in Structural Modeling » ; Bollen, « Structural Equations with Latent Variables ».) et un échantillon d'au minimum 100 participant-es (Boomsma, « Nonconvergence, Improper Solutions, and Starting Values in Lisrel Maximum Likelihood Estimation » ; Myers, Ahn, et Jin, « Sample Size and Power Estimates for a Confirmatory Factor Analytic Model in Exercise and Sport » ; Schnettler et al., « Psychometric Analysis of the Food Technology Neophobia Scale in a Chilean Sample », 177.).
165. Cette répartition égalitaire des valeurs seuils globales pour les limites planétaires à caractère régional (érosion de la biodiversité, cycle de l'azote et cycle de l'eau) est discutable méthodologiquement car elle s'affranchit de l'hétérogénéité spatiale des écosystèmes dans le monde (Ferretto et al., « Planetary Boundaries and the Doughnut Frameworks », 7.). Malgré ces limites, et en l'absence de valeurs seuils calculées au niveau local en Suisse, les seuils globaux proposés par Rockström et al. (2009) puis Steffen et al. (2015) sont déclinés équitablement au sein de la population mondiale pour les décliner à l'échelle de l'UNIL.
166. Selon le scénario des Nations Unies (UNEP, 2012 in Dao et al., « Environmental Limits and Swiss Footprints Based on Planetary Boundaries ».).
167. Selon les perspectives démographiques du Canton de Vaud : population résidente, scénario moyen juin 2021. (Canton de Vaud, « Perspectives démographiques pour le canton de Vaud. Scénarios cantonaux 2021-2050, scénarios régionaux 2021-2040 ».).
168. UNIL, service UNISIS, « Prévision des effectifs de l'UNIL 2020-2070 ».
169. Huijbregts et al., « ReCiPe2016 », 18.
170. Falkenmark et al., « The sharing of water between society and ecosystems ».
171. Voir le site web : <https://www.exiobase.eu/>
172. Steubing et al., « How Do Carbon Footprints from LCA and EEIOA Databases Compare ? ».
173. Shilling, Wiedmann, et Malik, « Modern Slavery Footprints in Global Supply Chains », 1521.



Abréviations

ACV	Analyse du cycle de vie (LCA en anglais)
AFC	Analyse factorielle confirmatoire
BDP	Domage Potentiel à la Biodiversité
BII	Indice d'intégrité de la biodiversité (Biodiversity Intactness Index)
BKI	Centre d'information allemand sur les coûts de construction pour les architectes (Baukosteninformationszentrum für Architekten en allemand)
CCD	Centre de compétences en durabilité de l'Université de Lausanne
CHUV	Centre hospitalier universitaire vaudois
Ci	Centre informatique de l'Université de Lausanne
CIPEL	Commission internationale de protection des eaux du Léman
COD	Carbone organique dissous
DEAL	Laboratoire d'action sur l'économie du Donut (Doughnut Economics Action Lab)
DPSIR	Forces, Pression, État, Impacts, Réponses (Driving forces, Pressure, State, Impacts, Responses)
DU	Unité Dobson
E	Égalitaire
EEA	Agence européenne pour l'environnement (European Environment Agency)
EE-MRIO	Bases de données entrées/sorties multirégionales avec extensions environnementales (Environmentally extended multi-regional input-output)
EEIOA	Analyse entrée-sortie étendue de l'environnement
EPFL	École polytechnique fédérale de Lausanne
ETP	Nombre de personnes en équivalents temps plein
EWf	Environmental water flow
FBM	Faculté de biologie et de médecine de l'Université de Lausanne
FC	Facteur de caractérisation
FGSE	Faculté des géosciences et de l'environnement de l'Université de Lausanne
FORS	Fondation suisse pour la recherche en sciences sociales
FTSR	Faculté de théologie et de sciences des religions de l'Université de Lausanne
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'expert-es intergouvernemental sur l'évolution du climat
GWP	Potentiel de réchauffement planétaire (Global warming potential)
H	Hiérarchiste
HEC	Faculté des hautes études commerciales de l'Université de Lausanne
I	Individualiste
IBCH	Indice biotique suisse
IDHEAP	Institut des hautes études en administration publique de l'Université de Lausanne
IGD	Institut de géographie et durabilité de l'Université de Lausanne
IO	Input-Output
IOT	Tableau Input-Output
IPCC	Groupe d'expert-es intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC en français)
IRA	Institut de radiophysique
LFA	Landscape Fonction Analysis
MFA	Analyse des flux de matière (Material Flow Analysis)
MONiR	Monitoring des oiseaux nicheurs répandus
N	Azote (Nitrogen)
NO₂	Dioxyde d'azote
NO_x	Oxydes d'azote
OFDF	Office fédéral de la douane et de la sécurité des frontières
OFEN	Office fédéral de l'énergie
OFEV	Office fédéral de l'environnement
OFS	Office fédéral de la statistique
OMS	Organisation mondiale de la santé
ONU	Organisation des Nations Unies
ODD	Objectifs de développement durable
OIT	Organisation internationale du Travail (OIT)

O₃	Ozone
PAT	Personnel administratif et technique de l'Université de Lausanne
pkm	Passager·ères-km
PM_{2,5}	Particules fines dont le diamètre est inférieur à 2.5 micron
Ppm	Partie par million
PSILCA	Product Social Impact Life Cycle Assessment
ReCiPe	Une des méthodes d'évaluation d'impact (LCIA) dans une ACV
RH	Ressources humaines
SHDB	Social Hotspots Database
SMG	Système modulaire gradué
SP	Surface de plancher
SSP	Faculté des sciences sociales et politiques de Lausanne
SQI	Soil Quality Index
TIM	Transports individuels motorisés
Unibat	Service des bâtiments et travaux de l'Université de Lausanne
UNIL	Université de Lausanne
Unisis	Système d'information et statistiques de l'Université de Lausanne
Unisep	Service de sécurité, environnement et prévention de l'Université de Lausanne
w/o	Sans (without)
WCP	Water consumption potentiel
WHO	Organisation mondiale de la santé (World Health Organization)



Glossaire

Eau bleue	Eau douce de surface ou souterraine (eau douce des lacs, des rivières et des aquifères) captée pour les usages domestiques et agricoles.
Eau verte	Eau douce stockée dans le sol et la biomasse.
Échange élémentaire	Échange avec l'environnement.
Échange intermédiaire	Échange avec la technosphère.
ecoinvent	ecoinvent est un référentiel couvrant un large éventail de secteurs au niveau mondial et régional et une des bases des données environnementale. Elle contient actuellement plus de 18'000 activités, modélisant les impacts écologiques des activités ou des processus humains. La base de données contient des informations sur les ressources naturelles prélevées dans l'environnement, les émissions rejetées dans l'eau, le sol et l'air, les produits demandés par d'autres processus (électricité) et, les produits, coproduits et déchets produits tout au long du cycle de vie de ces produits.
EF 3.0	L'Empreinte Environnementale (EF) est une initiative de la Commission européenne qui établit une approche méthodologique commune pour quantifier la performance environnementale de tout bien ou service tout au long de son cycle de vie. La version 3.0 de l'EF est basée sur le « projet de cartographie de l'EF du GLAD » 1, avec quelques adaptations (Sonderegger & Bourgault, 2021).
Endpoint	Catégories d'impact orientés dommage.
Eutrophisation	Accumulation de nutriments dans un milieu naturel, qui peut notamment entraîner une prolifération anormale de la végétation et un appauvrissement en oxygène des milieux aquatiques.
IOT	Les tableaux entrée-sortie (Input-output table) fournissent une description détaillée des flux de marchandises dans une économie et ils permettent de prévoir l'influence des changements dans un secteur d'activité particulier ou des changements de consommation sur le reste de l'économie.
IPCC 2021	La méthode IPCC 2021 a été développée par le GIEC. Cette méthode répertorie les facteurs de changement climatique du GIEC avec un horizon temporel de 20 et 100 ans.
Long terme (LT)	Classe les émissions, généralement issues des décharges, qui sont rejetées dans l'air ou s'infiltrent dans les eaux souterraines plus de 100 ans après la mise en décharge. N° LT: les émissions long terme ne sont pas prises en compte.
Midpoint	Catégories d'impact orientée problème.
Perspective égalitaire (E)	La perspective égalitaire dans la méthode d'analyse de cycle de vie ReCiPe est la plus prudente et prend en compte le calendrier le plus long, les types d'impacts qui ne sont pas encore totalement établis mais pour lesquels on dispose de quelques indications.
Perspective hiérarchiste (H)	La perspective hiérarchiste dans la méthode d'analyse de cycle de vie ReCiPe est basée sur les principes politiques les plus courants en ce qui concerne le calendrier et d'autres questions.
Perspective individualiste (I)	La perspective individualiste dans la méthode d'analyse de cycle de vie ReCiPe est basée sur l'intérêt à court terme, les types d'impact incontestés, l'optimisme technologique en matière d'adaptation humaine.

- ReCiPe 2016** La méthode d'évaluation d'impact ReCiPe 2016 inclut à la fois des catégories d'impact de type Midpoint et Endpoint disponibles pour trois perspectives différentes (individualiste (I), hiérarchiste (H), et égalitaire (E)). Les facteurs de caractérisation sont représentatifs de l'échelle mondiale. Au niveau intermédiaire (Midpoint), 18 catégories d'impact sont abordées. Au niveau des points finaux (Endpoint), la plupart de ces catégories d'impacts intermédiaires sont multipliées par des facteurs de dommages et regroupées en 3 catégories d'effets finaux: santé humaine, écosystèmes, pénurie de ressources.
- Technosphère** Partie physique de l'environnement affecté par les modifications d'origine anthropique, c'est-à-dire d'origine humaine.



Bibliographie

Abbott, Pamela, et Claire Wallace

« Social Quality: A Way to Measure the Quality of Society ». *Social Indicators Research* 108, no 1 (août 2012): 153-67.

<https://doi.org/10.1007/s11205-011-9871-0>

Alsamawi, Ali, Darian McBain, Joy Murray, Manfred Lenzen, et Kirsten S. Wiebe

The Social Footprints of Global Trade. Environmental Footprints and Eco-Design of Products and Processes. Singapore: Springer, 2017.

<https://doi.org/10.1007/978-981-10-4137-2>

Alsamawi, Ali, Joy Murray, Manfred Lenzen, Daniel Moran, et Keiichiro Kanemoto

« The Inequality Footprints of Nations: A Novel Approach to Quantitative Accounting

of Income Inequality ». *PloS One* 9, no 10 (2014): e110881.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110881>

Beck, W., L. V. D. Maesen, et A. Walker

« The social quality of Europe », 1997.

<https://www.semanticscholar.org/paper/The-social-quality-of-Europe-Beck-Maesen/0586e204d0c1870a592cd15767fd85473bcd8b77>

Bentler, P. M., et Chih-Ping Chou

« Practical Issues in Structural Modeling ». *Sociological Methods & Research* 16, no 1 (août 1987): 78-117.

<https://doi.org/10.1177/0049124187016001004>

Bjørn, Anders, Katherine Richardson, et Michael Zwicky Hauschild

« A Framework for Development and Communication of Absolute Environmental Sustainability Assessment Methods ». *Journal of Industrial Ecology* 23, no 4 (2019): 838-54.

<https://doi.org/10.1111/jiec.12820>

Bollen, Kenneth

Structural Equations with Latent Variables. John Wiley & Sons, Ltd, 1989.

<https://doi.org/10.1002/9781118619179.fmatter>

Boomsma, Anne

« Nonconvergence, Improper Solutions, and Starting Values in Lisrel Maximum Likelihood Estimation ». *Psychometrika* 50, no 2 (1 juin 1985): 229-42.

<https://doi.org/10.1007/BF02294248>

Bouwman, Lex, Kees Klein Goldewijk, Klaas W. Van Der Hoek, Arthur H. W.

Beusen, Detlef P. Van Vuuren, Jaap Willems, Mariana C. Rufino, et Elke Stehfest

« Exploring global changes in nitrogen and phosphorus cycles in agriculture induced by livestock production over the 1900–2050 period ». *PNAS*, 2013.

<https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1012878108>

Bull, Joseph William, Isobel Taylor, Elizabeth Biggs, Henry M. J. Grub,

Tom Yearley, Harriet Waters, et E. J. Milner-Gulland

« Analysis: The Biodiversity Footprint of the University of Oxford ». *Nature* 604, no 7906 (21 avril 2022): 420-24.

<https://doi.org/10.1038/d41586-022-01034-1>

« Analysis: The Biodiversity Footprint of the University of Oxford - Supplementary Information ». *Nature* 604, no 7906 (21 avril 2022): 420-24.

<https://doi.org/10.1038/d41586-022-01034-1>

Byers, Edward, Volker Krey, Elmar Kriegler, Keywan Riahi, Roberto Schaeffer, Jarmo Kikstra, Robin Lamboll, et al.

« AR6 Scenarios Database ». Zenodo, 4 avril 2022.

<https://doi.org/10.5281/ZENODO.5886912>

Calzolari, Costanza, Fabrizio Ungaro, Nicola Filippi, Marina Guermandi, Francesco Malucelli, Nazaria Marchi, Francesca Staffilani, et Paola Tarocco

« A Methodological Framework to Assess the Multiple Contributions of Soils to Ecosystem Services Delivery at Regional Scale ». *Geoderma* 261 (janvier 2016): 190-203.

<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.07.013>

Canton de Vaud

« Perspectives démographiques pour le canton de Vaud. Scénarios cantonaux 2021-2050, scénarios régionaux 2021-2040 », juin 2021.

https://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/organisation/dfin/statvd/Publications/Autres/2021-2050_Persp-popul_VD_rapport.pdf

Canton de Vaud (DGE)

« De source sûre, la qualité des cours d'eau vaudois », mars 2018.

https://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/eau/fichiers_pdf/DIREV_PRE/De_Source_5%C3%BBre_Rivi%C3%A8res_2017.pdf

CEREMA

« Synthèse Nationale OBEC - Partie Quantitative », janvier 2020.

CIPEL

« Tableau de bord technique 2020, Plan d'action 2011-2020 », 2020.

<https://www.cipel.org/wp-content/uploads/2021/06/tb-cipel-2020.pdf>

Cordillot, Francis, et Gregor Klaus

« Espèces menacées en Suisse. Synthèse listes rouges état 2010 ». Etat de l'environnement. Berne, Suisse: OFEV, 2011.

Coutu, S., D. Del Giudice, L. Rossi, et D. A. Barry

« Modeling of Facade Leaching in Urban Catchments ». *Water Resources Research* 48, no 12 (2012).

<https://doi.org/10.1029/2012WR012359>

Damiani, Mattia, Taija Sinkko, Carla Caldeira, Davide Tosches, Marine Robuchon, et Serenella Sala

« Critical Review of Methods and Models for Biodiversity Impact Assessment and Their Applicability in the LCA Context ». *Environmental Impact Assessment Review* 101 (1 juillet 2023): 107134.

<https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107134>

Dao, Hy, Pascal Peduzzi, et Damien Friot

« National Environmental Limits and Footprints Based on the Planetary Boundaries Framework: The Case of Switzerland ». *Global Environmental Change* 52 (1 septembre 2018): 49-57.

<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.06.005>

Dao, Quoc-Hy, Pascal Peduzzi, Bruno Chatenoux, Andréa De Bono, Stefan Schwarzer, et Damien Friot

« Environmental Limits and Swiss Footprints Based on Planetary Boundaries », 2015.

<https://archive-ouverte.unige.ch/unige:74873>

DEAL, Biomimicry 3.8, C40 Cities, et Circle Economy

« Creating City Portraits, A methodological guide from The Thriving Cities Initiative ». Oxford, 2020.

« The Amsterdam City Doughnut, a Tool for Transformative Action ». Amsterdam, 2020.

Doka

« Combining life cycle inventory results with planetary boundaries: The Planetary Boundary Allowance impact assessment method Update PBA'06 ». Zurich, Suisse: Doka Life Cycle Assessments, avril 2016.

<https://www.doka.ch/DokaPBA06Method.pdf>

Doyal, Len, et Ian Gough

« A Theory of Human Needs ». *Critical Social Policy* 4, no 10 (1 juin 1984): 6-38.

<https://doi.org/10.1177/026101838400401002>

Drobnik, Thomas, Lucie Greiner, Armin Keller, et Adrienne Grêt-Regamey

« Soil Quality Indicators – From Soil Functions to Ecosystem Services ». *Ecological Indicators* 94 (1 novembre 2018): 151-69.

<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.06.052>

EEA, et FOEN

« Is Europe living within the limits of our planet ? », Environmental miscellanea, no 01/2020 (2020): 68.

<https://doi.org/10.2800/890673>

European Environment Agency

« Impacts of Air Pollution on Ecosystems — European Environment Agency ». Briefing, 24 novembre 2022.

<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2022/impacts-of-air-pollution-on-ecosystems>

Falkenmark, M., C. Folke, J. S. Wallace, M. C. Acreman, et C. A. Sullivan

« The sharing of water between society and ecosystems: from conflict to catchment-based co-management ». *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 358, no 1440 (29 décembre 2003): 2011-26.

<https://doi.org/10.1098/rstb.2003.1383>

Fanning, Andrew L., Daniel W. O'Neill, Jason Hickel, et Nicolas Roux

« The Social Shortfall and Ecological Overshoot of Nations ». *Nature Sustainability*, 18 novembre 2021, 1-11.

<https://doi.org/10.1038/s41893-021-00799-z>

Ferretto, Anna, Robin Matthews, Rob Brooker, et Pete Smith

« Planetary Boundaries and the Doughnut Frameworks: A Review of Their Local Operability ». *Anthropocene* 39 (1 septembre 2022): 100347.

<https://doi.org/10.1016/j.ancene.2022.100347>

Flörke, Martina, Christof Schneider, et Robert I. McDonald

« Water Competition between Cities and Agriculture Driven by Climate Change and Urban Growth ». *Nature Sustainability* 1, no 1 (janvier 2018): 51-58.

<https://doi.org/10.1038/s41893-017-0006-8>

FORS

« Enquête sur le climat de travail et d'étude au sein de l'UNIL », 2022.

<https://news.unil.ch/document/1670322811176.D1670323073759>

Fragnière, Augustin, et Philippe Thalmann

« Pour une stratégie de décarbonation fondée sur la science », février 2023.

Frischknecht, Rolf, Carsten Nathani, et Philippe Stolz

« Environmentally Extended Input-Output Table for Switzerland 2008 - Biodiversity Damage Potential Due to Land Use (Biodiversity Footprint) ». OFEN, 2015.

García-Alaminos, Ángela, Mateo Ortiz, Guadalupe Arce, et Jorge Zafrilla

« Reassembling social defragmented responsibilities: the indecent labour footprint of US multinationals overseas ». *Economic Systems Research* 33, no 4 (2 octobre 2021): 536-54.

<https://doi.org/10.1080/09535314.2020.1827224>

Guimond, Lise Dubé, Serge

« Relative Deprivation and Social Protest: The Personal-Group Issue ». In *Relative Deprivation and Social Comparison*. Psychology Press, 1986.

Holman, D., et A. Walker

« Social Quality and Health: Examining Individual and Neighbourhood Contextual Effects Using a Multilevel Modelling Approach ». *Social indicators research*, 2018.

<https://doi.org/10.1007/s11205-017-1640-2>

Huijbregts, M A J, Z J N Steinmann, P M F Elshout, G Stam, F Verones, M D M Vieira, A Hollander, M Zijp, et R van Zelm

« ReCiPe 2016 v1.1, A Harmonized Life Cycle Impact Assessment Method at Midpoint and Endpoint Level. Report I: Characterization ». National Institute for Public Health and the Environment, 2016.

Huijbregts, Mark A. J., Zoran J. N. Steinmann, Pieter M. F. Elshout, Gea Stam, Francesca Verones, Marisa Vieira, Michiel Zijp, Anne Hollander, et Rosalie van Zelm

« ReCiPe2016: A Harmonised Life Cycle Impact Assessment Method at Midpoint and Endpoint Level ». *The International Journal of Life Cycle Assessment* 22, no 2 (1 février 2017): 138-47.

<https://doi.org/10.1007/s11367-016-1246-y>

IPBES

« Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services ». Zenodo, 4 mai 2019.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.5657041>

IPCC

« Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change », 2021.

<https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle>

IPCC, 2023

Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland. (First). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

<https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>

Jacquemain, Marc

« Le capital social: une introduction ». In *Capital social et dynamique régionale*, 5-40. Économie, Société, Région. Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur, 2005.

<https://doi.org/10.3917/dbu.houar.2005.01.0005>

Jöreskog, K. G.

« Statistical Analysis of Sets of Congeneric Tests ». *Psychometrika* 36, no 2 (1 juin 1971): 109-33.

<https://doi.org/10.1007/BF02291393>

Kristensen, Peter

« The DPSIR Framework ». Denmark: National Environmental Research Institute, 2004.

<https://greenresistance.files.wordpress.com/2008/10/dpsir-1.pdf>

Kuriakose, Jaise, Chris Jones, Kevin Anderson, Carly McLachlan, et John Broderick
 « What Does the Paris Climate Change Agreement Mean for Local Policy ?
 Downscaling the Remaining Global Carbon Budget to Sub-National Areas ». *Renewable and Sustainable Energy Transition* 2 (1 août 2022): 100030.
<https://doi.org/10.1016/j.rset.2022.100030>

« La Chamberonne ». Consulté le 24 août 2022.
<https://igd.unil.ch/geoguidelsne/#stop27>

Lagacé, Martine, et Francine Tougas
 « Les répercussions de la privation relative personnelle sur l'estime de soi. Une étude du rôle du désengagement psychologique auprès de travailleurs de la santé de plus de 45 ans ». *Les Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale* Numéro 69, no 1 (2006): 59-69.
<https://doi.org/10.3917/cips.069.0059>

Lu, Chaoqun, et Hanqin Tian
 « Global Nitrogen and Phosphorus Fertilizer Use for Agriculture Production in the Past Half Century: Shifted Hot Spots and Nutrient Imbalance », 2017, 12.

Lucas, Paul L., Harry C. Wilting, Andries F. Hof, et Detlef P. van Vuuren
 « Allocating Planetary Boundaries to Large Economies: Distributional Consequences of Alternative Perspectives on Distributive Fairness ». *Global Environmental Change* 60 (1 janvier 2020): 102017.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.102017>

Max-Neef, Manfred
Human scale development : conception, application and further reflections.
 The Apex Press. New-York, 1991.
<https://espace.library.uq.edu.au/view/UQ:340489>

Max-Neef, Manfred A.
 « Human Scale Development: Conception, Application and Further Reflections », 1989.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Human-Scale-Development%3A-Conception%2C-Application-Max-Neef/1dc7196f924ab328a17503656ac26bd0fdf71d1a>

Merino-Saum, A., P. Halla, V. Superti, A. Boesch, et C. R. Binder
 « Indicators for Urban Sustainability: Key Lessons from a Systematic Analysis of 67 Measurement Initiatives ». *Ecological Indicators* 119 (1 décembre 2020): 106879.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106879>

Muñoz-Rojas, Miriam
 « Soil Quality Indicators: Critical Tools in Ecosystem Restoration ». *Current Opinion in Environmental Science & Health*, Sustainable soil management and land restoration, 5 (1 octobre 2018): 47-52.
<https://doi.org/10.1016/j.coesh.2018.04.007>

Myers, Nicholas D., Soyeon Ahn, et Ying Jin
 « Sample Size and Power Estimates for a Confirmatory Factor Analytic Model in Exercise and Sport: A Monte Carlo Approach ». *Research Quarterly for Exercise and Sport* 82, no 3 (septembre 2011): 412-23.
<https://doi.org/10.1080/02701367.2011.10599773>

n+p
 « Diagnostic écologique du campus de Dorigny et monitoring de la biodiversité », 2023.

Nick, Sascha, et Philippe Thalmann
 « Carbon Removal, Net Zero, and Implications for Switzerland », 2021, 28.

Nunnally, Jum C.

Psychometric theory. Psychometric theory. New York, NY, US: McGraw-Hill, 1967.

Oehri, Olivier, Maximilian Horster, Christoph Dreher, Frederik Fodge, Alexandra Frank, Chirstoph Jochum, et Viola Lutz

« Risque carbone pour la place financière suisse - Résumé ». Zurich/Vaduz: Office fédéral de l'environnement, Center for Social and Sustainable Products, septembre 2015.

Office fédéral de l'environnement (OFEV), éd.

« Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau ». *L'environnement pratique*, 2019.

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/publications/publications-eaux/methodes-analyse-appreciation-cours-eau-vue-d-ensemble.html>

Office fédéral de la statistique (OFS)

« Conditions d'études et de vie dans les hautes écoles suisses - Rapport principal de l'enquête 2020 sur la situation sociale et économique des étudiantes et des étudiants | Publication », 2021.

<https://www.bfs.admin.ch/asset/fr/18584281>

O'Neill, Daniel W., Andrew L. Fanning, William F. Lamb, et Julia K. Steinberger

« A Good Life for All within Planetary Boundaries ». *Nature Sustainability* 1, no 2 (février 2018): 88-95.

<https://doi.org/10.1038/s41893-018-0021-4>

« A Good Life for All within Planetary Boundaries - Supplementary Information ». *Nature Sustainability* 1, no 2 (février 2018): 88-95.

<https://doi.org/10.1038/s41893-018-0021-4>

Paijens, Claudia, Adèle Bressy, Bertrand Frère, et Régis Moilleron

« Biocide Emissions from Building Materials during Wet Weather: Identification of Substances, Mechanism of Release and Transfer to the Aquatic Environment ». *Environmental Science and Pollution Research* 27, no 4 (1 février 2020): 3768-91.

<https://doi.org/10.1007/s11356-019-06608-7>

Persson, Linn, Bethanie M. Carney Almroth, Christopher D. Collins, Sarah Cornell, Cynthia A. de Wit, Miriam L. Diamond, Peter Fantke, et al.

« Outside the Safe Operating Space of the Planetary Boundary for Novel Entities ». *Environmental Science & Technology*, 18 janvier 2022.

<https://doi.org/10.1021/acs.est.1c04158>

Quantis

« Bilan des émissions de gaz à effet de serre du canton de Vaud ». Etat de Vaud, juin 2022.

https://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/climat/fichiers_pdf/VD_BilanGES_Territoire_Rapport_FINAL.pdf

Raworth, Kate

« A Doughnut for the Anthropocene: Humanity's Compass in the 21st Century ». *The Lancet Planetary Health* 1, no 2 (mai 2017): e48-49.

[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30028-1](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30028-1)

« A Safe and Just Space for Humanity: Can We Live within the Doughnut ? » Oxfam International, 2012.

https://doi.org/10.1163/2210-7975_HRD-9824-0069

La théorie du donut : l'économie de demain en 7 principes. Plon. Paris, 2018.

Rockström, Johan, Will Steffen, Kevin Noone, Åsa Persson, F. Stuart Chapin, Eric F. Lambin, Timothy M. Lenton, et al.

« A Safe Operating Space for Humanity ». *Nature* 461, no 7263 (septembre 2009) : 472-75.

<https://doi.org/10.1038/461472a>

Rockstrom, Johan, Will Steffen, Kevin Noone, Asa Persson, F. Stuart Chapin, Eric F. Lambin, Timothy M. Lenton, et al.

« A Safe Operating Space for Humanity: Identifying and Quantifying Planetary Boundaries That Must Not Be Transgressed Could Help Prevent Human Activities from Causing Unacceptable Environmental Change, Argue Johan Rockstrom and Colleagues ». *Nature* 461, no 7263 (24 septembre 2009) : 472-76.

Rossi, Luca, et Lydie Chesaux

« Sources diffuses de micropolluants dans le Léman : Etude de bassins versants spécifiques et définition d'outils d'extrapolation », 2013, 185.

Schmid, Hans, Niklaus Zbinden, et Verena Keller

« Surveillance de l'évolution des effectifs des oiseaux nicheurs répandus en Suisse. » Sempach : Station ornithologique suisse, 2004.

Schnettler, Berta, Edgardo Miranda-Zapata, Horacio Miranda, Carlos Velásquez, Ligia Orellana, José Sepúlveda, Germán Lobos, Mercedes Sánchez, et Klaus G. Grunert

« Psychometric Analysis of the Food Technology Neophobia Scale in a Chilean Sample ». *Food Quality and Preference* 49 (1 avril 2016) : 176-82.

<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.12.008>

Shilling, Hannah-Jayne, Thomas Wiedmann, et Arunima Malik

« Modern Slavery Footprints in Global Supply Chains ». *Journal of Industrial Ecology* 25, no 6 (2021) : 1518-28.

<https://doi.org/10.1111/jiec.13169>

Shukla, M. K., R. Lal, et M. Ebinger

« Determining Soil Quality Indicators by Factor Analysis ». *Soil and Tillage Research* 87, no 2 (1 juin 2006) : 194-204.

<https://doi.org/10.1016/j.still.2005.03.011>

Sidler, Jonathan

« Impacts de la station de pompage d'eau du lac de l'EPFL et de l'UNIL sur la Chamberonne ». Lausanne : Master EPFL2013, EPFL ENAC ECOL, 2012.

Smith, Pete, et George Gaskell

« The social dimension in relative deprivation ». In *The social psychological study of widespread beliefs*, par Colin Fraser et George Gaskell, 179-91. The social psychological study of widespread beliefs. New York, NY, US : Clarendon Press/Oxford University Press, 1990.

Stauffer, Joris

« Analyse de la répartition des métaux lourds dans les sols du campus de l'Université de Lausanne ». Lausanne : Faculté des Géosciences et de l'Environnement, Université de Lausanne, 2016.

Steffen, Will, Katherine Richardson, Johan Rockström, Sarah E. Cornell, Ingo Fetzer, Elena M. Bennett, Reinette Biggs, et al.

« Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet ». *Science* 347, no 6223 (13 février 2015): 1259855.

<https://doi.org/10.1126/science.1259855>

Steubing, Bernhard, Arjan de Koning, Stefano Merciai, et Arnold Tukker

« How Do Carbon Footprints from LCA and EEIOA Databases Compare? A Comparison of Ecoinvent and EXIOBASE ». *Journal of Industrial Ecology* 26, no 4 (2022): 1406-22.

<https://doi.org/10.1111/jiec.13271>

Unil, service UNISIS

« Préviation des effectifs de l'UNIL 2020-2070 », 2022.

<https://tableau.unil.ch/#/views/PrvisiondeseffectifsdelUNIL2020-2070/PrvisiondeseffectifsdelUNIL?:iid=1>

Van Der Maesen, Laurent J.G., et Alan C. Walker

« Indicators of Social Quality ». *European Journal of Social Quality* 5, no 1-2 (1 janvier 2005).

<https://doi.org/10.3167/146179105780337431>

Vanham, Davy, Adrian Leip, Alessandro Galli, Thomas Kastner, Martin Bruckner, Aimable Uwizeye, Kimo van Dijk, et al.

« Environmental Footprint Family to Address Local to Planetary Sustainability and Deliver on the SDGs ». *Science of The Total Environment* 693 (25 novembre 2019): 133642.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133642>

Vialle, Antoine.

« OUR COMMON SOILS: West Lausanne Urbanization as Anthropologenesis, A Section through the Spaces and Times of Urban Soils ». EPFL, 2021.

Walker, A., et Laurent J. G. Van Der Maesen.

Social Quality: From Theory to Indicators. Springer, 2011.

Wang-Erlandsson, Lan, Arne Tobian, Ruud J. van der Ent, Ingo Fetzer, Sofie te Wierik, Miina Porkka, Arie Staal, et al.

« A Planetary Boundary for Green Water ». *Nature Reviews Earth & Environment*, 26 avril 2022, 1-13.

<https://doi.org/10.1038/s43017-022-00287-8>

Whiteley, Marco Maraffi, Kenneth Newton, Jan Van Deth, Paul,

éd. « Social capital and democracy in modern Europe ». In *Social Capital and European Democracy*. Routledge, 1999.

Wolff, Gerd.

« Bodenschutzkonzept Stuttgart (BOKS) / Instrumente und Methoden zum konzeptionellen Bodenschutz am Beispiel der Landeshauptstadt Stuttgart ». Stuttgart, 2006.

World Health Organisation.

« Les nouvelles lignes directrices mondiales de l'OMS sur la qualité de l'air visent à éviter des millions de décès dus à la pollution atmosphérique ». *Communiqué de presse*, 22 septembre 2021.

<https://www.who.int/fr/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>.

World Health Organization,

éd. *WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. Geneva, 2021.

« WWF. Living Planet Report 2020: Bending the Curve of Biodiversity Loss. »

Édité par M Grooten, T Petersen, et R.E.A Almond. Gland, Suisse, 2020.

<http://www.deslibris.ca/ID/10104983>.

Zipper, Samuel C., Fernando Jaramillo, Lan Wang-Erlandsson, Sarah E. Cornell, Tom Gleeson, Miina Porkka, Tiina Häyhä, et al.

« Integrating the Water Planetary Boundary With Water Management From Local to Global Scales ». *Earth's Future* 8, no 2 (2020) : e2019EF001377.

<https://doi.org/10.1029/2019EF001377>.

10

Liste des figures
et tableaux

Figure 1	Représentation originale du donut par Raworth, 2017 (trad. en fr en 2018, p. 64)	p. 20
Figure 2	Le modèle du Donut décliné à l'Université de Lausanne. CCD (UNIL), 2023.	p. 31
Figure 3	Cadre conceptuel DPSIR, selon Kristensen (2004). 21	p. 32
Figure 4	Représentation schématique du Donut quantifié. CCD (UNIL), 2023.	p. 38
Figure 5	Règle d'allocation des limites planétaires à l'UNIL. CCD (UNIL), 2023.	p. 41
Figure 6	Le Donut UNIL, quantifié pour l'année 2019. CCD (UNIL), 2023.	p. 45
Figure 7	Émissions de GES de l'UNIL, par secteur. Année de référence : 2019. CCD (UNIL), 2023.	p. 50
Figure 8	Émissions de GES de l'UNIL par secteur. Année de référence : 2019. CCD (UNIL), 2023.	p. 51
Figure 9	Courbe prévisionnelle de descente des émissions de GES de l'Université de Lausanne entre 2020 et 2050, souhaitable pour contribuer aux objectifs de l'Accord de Paris. CCD (UNIL), 2023.	p. 53
Figure 10	Empreinte de l'UNIL sur le cycle de l'azote, par secteur. Année de référence : 2019. CCD (UNIL), 2023.	p. 54
Figure 11	Empreinte de l'UNIL sur le cycle de l'eau, par secteur. Année de référence : 2019. CCD (UNIL), 2023.	p. 55
Figure 12	Répartition des impacts écologiques globaux de l'alimentation, par type d'aliments. Part des impacts totaux sur chaque limite planétaire, associés à l'alimentation. Année de référence : 2019. CCD (UNIL), 2023.	p. 56
Figure 13	Répartition des impacts écologiques globaux des bâtiments et espaces verts de l'UNIL, par sous-domaine. Part des impacts totaux sur chaque limite planétaire, associés aux bâtiments et espaces verts. Année de référence : 2019. CCD (UNIL), 2023.	p. 56
Figure 14	Répartition des impacts écologiques globaux de la mobilité à l'UNIL, par moyen de transport. Part des impacts totaux sur chaque limite planétaire, associés à la mobilité. Année de référence, 2019. CCD (UNIL), 2023.	p. 58

Figure 15	Répartition des impacts écologiques globaux de la consommation des biens et de l'élimination des déchets à l'UNIL, par sous-domaine. Part des impacts totaux sur chaque limite planétaire, associés aux biens de consommation et déchets. Année de référence: 2019. CCD (UNIL), 2023.	p. 59
Figure 16	Localisation des stations de mesure de la qualité de l'air les plus proches du campus de Dorigny (UNIL), dont les relevés sont utilisés pour évaluer l'état actuel de la qualité de l'air. CCD (UNIL), 2023.	p. 79
Figure 17	Carte de la concentration en polluants atmosphériques dans l'Ouest Lausannois, modélisée par un procédé d'interpolation à partir des mesure réalisées dans les stations de la Confédération, des Cantons et des villes. Moyennes annuelles spatialisées, pour l'année 2019. Source des données: OFEV. CCD (UNIL), 2023.	p. 80
Figure 18	Échelle de classes de qualité et code couleur selon le SMG.	p. 83
Figure 19	Synthèse de l'état de la qualité du réseau hydrologique local, au regard du Donut UNIL.	p. 85
Figure 20	Arbre de décision relatif au périmètre spatial du Donut UNIL.	p. 106
Figure 21	Schéma de principe du set d'indicateurs pour le socle social de l'UNIL. Exemple non exhaustif et non définitif.	p. 113
Figure 22	Règle d'allocation des limites planétaires à l'UNIL. CCD (UNIL), 2023.	p. 114
Figure 23	Schéma méthodologique de l'analyse de flux de matières (MFA), des données primaires à l'état actuel des indicateurs du Donut UNIL. CCD (UNIL), 2023.	p. 117

Tableau 1	Matrice à quatre quadrants inspirée du DEAL (2020).	p.21
Tableau 2	Tableau de correspondance entre les thématiques écologiques globales du Donut UNIL et le cadre conceptuel des limites planétaires de Rockström et al. (2009).	p. 22
Tableau 3	Thématiques écologiques-locales du Donut UNIL.	p. 23
Tableau 4	Thématiques sociales-locales du Donut UNIL.	p. 24
Tableau 5	Thématique sociale-globale du Donut UNIL.	p. 25
Tableau 6	Indicateurs écologiques-globaux sélectionnés pour le Donut UNIL.	p. 26
Tableau 7	Indicateurs écologiques-locaux sélectionnés pour le Donut UNIL.	p. 28
Tableau 8	Paramètres psycho-sociaux exerçant une influence majeure sur l'état des thématiques sociales-locales du Donut UNIL.	p. 30
Tableau 9	Déclinaison des limites planétaires jusqu'aux valeurs cibles du Donut UNIL. Source CCD (UNIL), 2023	p. 42
Tableau 10	Synthèse des résultats du Donut UNIL : valeurs cibles et état des indicateurs en 2019. CCD (UNIL), 2023.	p. 44
Tableau 11	Émissions de GES de l'UNIL par poste. Année de référence 2019. CCD (UNIL), 2023	p. 64
Tableau 12	Fourchettes d'émissions de GES restantes pour le monde, dès le 1 ^{er} janvier.2020, selon les deux combinaisons retenues par le troisième groupe de travail du GIEC. Données issues du GIEC, 2021, 2022.	p. 66
Tableau 13	Corrections des résultats du bilan carbone du canton de Vaud (Quantis, 2022) pour comparaison au bilan carbone de l'UNIL. CCD (UNIL), 2023.	p. 66
Tableau 14	Allocation à l'UNIL du budget carbone mondial restant entre 2019 et 2100. CCD (UNIL), 2023.	p. 67
Tableau 15	Synthèse des calculs, de la limite planétaire à la valeur cible de l'UNIL – changement climatique. CCD (UNIL), 2023.	p. 68

Tableau 16	Synthèse des impacts de l'UNIL sur le changement climatique, u regard du Donut. CCD (UNIL), 2023.	p. 68
Tableau 17	Empreinte sur la biodiversité globale de l'UNIL, par poste. Année de référence: 2019. CCD (UNIL), 2023.	p. 70
Tableau 18	Synthèse des calculs, de la limite planétaire à la valeur cible de l'UNIL – érosion de la biodiversité. CCD (UNIL), 2023.	p. 71
Tableau 19	Synthèse des impacts de l'UNIL sur l'érosion de la biodiversité globale, au regard du Donut. CCD (UNIL), 2023.	p. 71
Tableau 20	Empreinte azote de l'UNIL, par poste. Année de référence: 2019. CCD (UNIL), 2023.	p. 73
Tableau 21	Synthèse des calculs, de la limite planétaire à la valeur cible de l'UNIL – cycle de l'azote. CCD (UNIL), 2023.	p. 73
Tableau 22	Synthèse des impacts de l'UNIL sur le cycle de l'azote, au regard du Donut. CCD (UNIL), 2023.	p. 74
Tableau 23	Empreinte hydrique l'UNIL par poste. Année de référence: 2019. CCD (UNIL), 2023.	p. 75
Tableau 24	Synthèse des calculs, de la limite planétaire à la valeur cible de l'UNIL – perturbations du cycle de l'eau. CCD (UNIL), 2023.	p. 77
Tableau 25	Synthèse des impacts de l'UNIL sur le cycle de l'eau au regard du Donut. CCD (UNIL), 2023.	p. 77
Tableau 26	Tableau de synthèse de la surexposition aux polluants atmosphériques à l'UNIL, en 2019. CCD (UNIL), 2023.	p. 81
Tableau 27	Synthèse de l'état de la qualité de l'air, au regard du Donut UNIL. CCD (UNIL), 2023.	p. 81
Tableau 28	État récent de la teneur de nutriments dans la Chamberonne (2021). Source des données: DGE (canton de Vaud), 2022	p. 83
Tableau 29	Qualité physico-chimique de la Chamberonne en 2019. CCD (UNIL), 2023	p. 84
Tableau 30	Détail des surfaces considérées comme artificialisées pour le monitoring de la qualité des sols locaux à l'UNIL. CCD (UNIL), 2023.	p. 85
Tableau 31	Tableau d'analyse de la fonctionnalité des sols par type de couverture du sol à l'UNIL (évaluation qualitative contextualisée au mode de gestion local). CCD, UNIL (2023).	p. 87

Tableau 32	Surface par type de couverture, campus de Dorigny (2022). Répartition avant travaux d'extension du bâtiment Unithèque, en cours en 2023.CCD (UNIL), 2023.	p. 88
Tableau 33	Calcul de la valeur cible pour la surface artificialisée à l'UNIL, en 2050. CCD (UNIL), 2023.	p. 89
Tableau 34	Synthèse de l'état de la qualité des sols locaux, au regard du Donut UNIL.CCD (UNIL), 2023.	p. 89
Tableau 35	Synthèse de l'état de la biodiversité locale, au regard du Donut UNIL.CCD (UNIL), 2023.	p. 91
Tableau 36	Résultats détaillés des impacts de l'UNIL sur les limites planétaires. Année de référence: 2019. CCD (UNIL), 2023	p. 98
Tableau 37	Résultats détaillés des impacts de l'alimentation sur les limites planétaires, par point de vente. Année de référence: 2019. CCD (UNIL), 2023.	p. 100
Tableau 38	Impacts de l'UNIL sur les limites planétaires, par secteur d'activité. Année de référence: 2019. CCD (UNIL), 2023.	p. 100
Tableau 39	Impacts de l'UNIL sur les limites planétaires, par sphère d'influence. Année de référence: 2019. CCD (UNIL), 2023.	p. 100
Tableau 40	Bilan des impacts de l'UNIL sur les limites planétaires. Année de référence: 2019. CCD (UNIL), 2023.	p. 100
Tableau 41	Liste des bâtiments intégrés au périmètre spatial du Donut UNIL.	p. 108
Tableau 42	Détail du périmètre sectoriel du Donut UNIL.	p. 108
Tableau 43	Répartition des postes d'impact de l'UNIL par sphère d'influence.	p. 109
Tableau 44	Détail du périmètre de la "communauté UNIL" dans le cadre de la quantification du Donut.	p. 110
Tableau 45	Articulation entre les thématiques sociales-locales du Donut UNIL et le plancher social initial de Raworth.	p. 112
Tableau 46	Hypothèses démographiques prises en compte dans la déclinaison des limites planétaires pour l'UNIL.	p. 115

Tableau 47	État récent des impacts des habitant·es du canton de Vaud ou de Suisse sur les indicateurs du quadrant écologique-global. CCD (UNIL), 2023.	p. 115
Tableau 48	Déclinaison détaillée des limites planétaires jusqu'aux valeurs cibles du Donut UNIL. CCD (UNIL), 2023.	p. 116
Tableau 49	Synthèse des données primaires récoltées pour l'analyse de flux de matière de l'UNIL (origine des données, post-traitement, fiabilité). CCD (UNIL), 2023.	p. 118
Tableau 50	Détail de la méthode de post-traitement des données primaires dans le secteur de l'alimentation.	p. 121
Tableau 51	Détail de la méthode de post-traitement des données primaires dans le secteur du bâtiment.	p. 122
Tableau 52	Détail de la méthode de post-traitement des données primaires dans le secteur de la mobilité.	p. 123
Tableau 53	Détail de la méthode de post-traitement des données primaires relatives aux biens de consommation et aux déchets.	p. 125
Tableau 54	Synthèse des variables de sortie de l'analyse de flux de matière et de leur éventuel post-traitement.	p. 127
Tableau 55	Tableau des avantages et inconvénients des deux bases de données environnementales ecoinvent et EXIOBASE.	p. 128

