

Master en fondements et pratiques de la durabilité

Garder le cap sur une planète finie.

La permacircularité appliquée à l'évaluation de la durabilité d'une microferme

Nicolas Bissardon

Sous la direction du Prof. Christian Arnsperger



Janvier — 2022

Illustration de couverture :

Footprint, par The Krank (Photographie par Themis Boikos)

Contexte de l'illustration de couverture :

With his giant "Footprint", Greek artist The Krank created a 1.000 square meters work of land art for Paxos Biennale 2022, which let's us reflect on our ecological footprint that has become a metaphor for humanities exploitation of natural resources.

The artist silently worked the huge piece of land like a canvas for 15 days. The result is a bold and moving message that has been shaking islanders and visitors in Paxos. With his artwork, The Krank responds to a growing call for active participation in shaping the 'world we want' with regards to economic growth, social well-being, and environmental challenges, while the current Covid-19 pandemic continues to cast a shadow on the global conversation on sustainable development goals.

Source : <https://paxosbiennale.com/The-Krank>

Ce travail n'a pas été rédigé en vue d'une publication, d'une édition ou diffusion. Son format et tout ou partie de son contenu répondent donc à cet état de fait. Les contenus n'engagent pas l'Université de Lausanne. Ce travail n'en est pas moins soumis aux règles sur le droit d'auteur. À ce titre, les citations tirées du présent mémoire ne sont autorisées que dans la mesure où la source et le nom de l'auteur sont clairement cités. La loi fédérale sur le droit d'auteur est en outre applicable.

*« Les mêmes savants, observant les mêmes
ciels avec les mêmes instruments, n'y
voient pas les mêmes choses avant et après
Copernic »*

René Passet,

Les grandes représentations du monde et de
l'économie à travers l'histoire, 2010

*« Si j'avais une heure pour résoudre un
problème, je prendrais 55 minutes à
réfléchir au problème et 5 minutes à penser
aux solutions. »* attribué à Albert Einstein

Garder le cap sur une planète finie.

La permacircularité appliquée à l'évaluation de la durabilité d'une microferme

Résumé

À l'heure où les manifestations du changement climatique se font de plus en plus pressantes et évidentes, le besoin d'une réorientation radicale de l'ensemble des activités humaines est nécessaire et inévitable.

Ce mémoire présente comme premier 'symptôme' les bouleversements environnementaux anthropiques dont la portée systémique, dynamique et irréversible est appréhendée par le biais des limites planétaires ; le second 'symptôme' étant la perspective métabolique et son nexus énergie/matériaux. La cause de ces symptômes est tracée à travers le tissu social et son ontologie, sa manière de faire du commerce, de s'organiser politiquement ou encore sa raison d'être. Fort de ce constat, les activités humaines, responsables de tant de destructions, ont besoin d'être réorientées. Un nouveau cap doit être donné. Encore faut-il, pour cela, avoir la bonne boussole. C'est l'intention de ce travail qui se déroule en trois étapes.

Tout d'abord, une mise en relation est faite entre le constat dressé ci-dessus et la proposition de l'écologie intégrale. Nous discuterons l'adéquation de ce cadre de pensée face aux enjeux polymorphes. Puis, nous nous focaliserons sur la notion de permacircularité, dont nous en discuterons l'appartenance à l'écologie intégrale et en dégagerons les lignes de force et ses liens avec la permaculture. Par son cadre radical (prenant les problèmes à la racine) et sa dimension holistique (la volonté de faire les liens parmi les multiples facteurs de cette crise polymorphe), l'écologie intégrale, et plus particulièrement la permacircularité, offre un cadre théorique en phase avec l'étendue et l'importance des enjeux environnementaux.

C'est à partir de cette caractérisation que la seconde partie se focalise sur la définition de l'ensemble d'indicateurs pertinents à l'évaluation de la permacircularité, ce concept n'ayant pas été auparavant opérationnalisé. Le travail ici présenté a abouti à la définition de ce que sont les *dimensions* (c'est-à-dire les piliers sur lesquels elle repose) et l'*étendue* (c'est-à-dire la portée de ce qui doit être considéré) de la permacircularité. Combiné à la notion de *niveau* déjà utilisée par les auteurs de la permacircularité, cela forme à un ensemble d'indicateurs multidimensionnels permettant d'appréhender le format systémique des réponses à apporter.

Finalement, une mise en pratique de ces indicateurs est effectuée sur les activités de la coopérative maraîchère, le Panier bio à 2 Roues. On peut noter que la tentative d'utilisation d'indicateurs de durabilité existants a révélé leur inadéquation à mesurer la permacircularité. Avec l'utilisation des indicateurs de permacircularité dédiés, le P2R a révélé un certain nombre de caractéristiques relevant bel et bien de la permacircularité, bien que se situant dans un cadre socio-économique qui est fondamentalement insoutenable. De manière plus générale, la définition de l'ensemble d'indicateurs de mesure de la permacircularité ouvre de nouvelles perspectives pour une prise en compte globale des enjeux de durabilité.

Mots clés : permacircularité, durabilité forte, limites planétaires, indicateurs, systémique, permaculture, activités humaines

Navigating on finite planet.

Permacircularity indicators as a mean to stay on track with sustainability.

Abstract

At a time when climate change related events become more and more prevalent worldwide, a profound and radical shift on ways to conduct business becomes an absolute necessity.

This academic work considers as first ‘symptom’ the anthropic interference with the main bio-geo-chemical Earth cycles through the lens of the planetary boundaries concept, which gives a perspective of the systemic, dynamic and irreversible nature of the environmental damages. Then, consideration is made of the material/energy nexus and the metabolic perspective as a second ‘symptom’. Root causes of this global environmental breakdown has been traced through social constructs: its ontology, economic norms, political constructions and even its deepest purpose This diagnostic drives the need for a paradigm shift. Human activities, currently so damaging for the environment require to be redirected. However, managing this change of direction requires the correct compass: its development is the aim of this work.

Firstly, the link between the overall diagnostic and the proposition of the ‘*écologie intégrale*’, integral ecology, is discussed in order to assess the ability of such concept to address the polycrisis. A focus is then made on permacircularity, its essence, its link with permaculture and its relations with regards to the previously defined integral ecology. Through its radical perspective (addressing issues at the root) and holistic dimension (making links within the metacrisis), the integral ecology and more specifically the permacircularity are relevant to think the systemic responses addressing the extent and important of environmental issues.

The following part focuses on designing the appropriate set of indicators to measure the permacircularity of given human activities. The indicators are structured along the *dimension* (pillars on which permacircularity rests) and the *extent* (the overall scope considered). When combined with the concept of level already formulated by the authors of permacircularity, it results in a set of multidimensional indicators allowing to grasp the systemic format of the responses to be provided

Finally, the permacircularity of the Panier Bio à 2 Roues, a market gardening cooperative, is evaluated with the set of indicators. It can be noted that the use of existing sustainability indicators has been found inadequate for evaluating the permacircularity of a given organization. Using the specifically defined permacircularity indicators, the P2R showed many characteristics that could be characterised as permacircular although it is embedded within a fundamentally unsustainable framework. In addition, the permacircularity indicators open new perspectives for a global consideration of the sustainability challenges

Keywords : permacircularity, strong sustainability, planetary boundaries, indicators, systemic, human activities

Remerciements

Je souhaiterais adresser mes remerciements à toutes et tous mes camarades de volée. Vous ne vous rendez certainement pas compte à quel point je suis heureux d'avoir pu vous côtoyer et mesurer l'abysse qui sépare ce qu'étaient mes préoccupations d'étudiant d'alors aux vôtres actuellement. J'ai été impressionné par votre implication dans chacun des devoirs que nous avons rendus et je n'oublierai jamais toutes ces discussions enrichissantes durant lesquelles vous m'avez tant fait me remettre en question. Peu importe où nous allons, nous irons vers le beau ensemble.

Mes remerciements s'étendent également à mon encadrant de mémoire, Prof. Christian Arnsperger, dont la volonté de ne pas interférer dans le processus réflexif tout en étant capable d'adresser des remarques judicieuses portant le travail à un niveau supérieur aura été un numéro d'équilibriste réussi.

Enea et l'ensemble des maraîchères et maraîchers du P2R n'ont pas hésité à bien m'accueillir, répondre à toutes mes questions et surtout prendre du temps et ne pas le regretter même si quelques pans de notre travail n'ont pas eu tous les résultats escomptés. J'espère juste que vous trouverez quelque chose à retirer du présent mémoire pour vos activités courantes.

Finalement, le plus important, ma femme, pour avoir été assez folle d'accepter d'héberger un étudiant en plus d'un petit garçon à la maison. Reprendre un rythme académique aura été une expérience intéressante... Quant à R., il sera passé de mistigri marchant tout juste à grand bonhomme avec 400 pourquoi quotidiens. Je ne sais pas à quoi ressemblera ta vie dans cet environnement si incertain, alors je ferai de mon mieux pour t'y préparer et faire croître ton humilité et ton émerveillement face à ce Vivant si mystérieux, inspirant et plein de surprises. Sache que tout compte fait, ce mémoire aura bien plus raccourci mes nuits que toi.

À l'éventuel lecteur courageux (et méticuleux pour avoir consenti à lire une page entière de remerciements), si ce modeste travail peut t'être d'une quelconque utilité, j'en suis ravi.

Table des matières

TABLE DES MATIERES.....	5
TABLE DES FIGURES	7
TABLE DES TABLEAUX	7
INTRODUCTION	8
1. L'EMPREINTE DE L'HUMANITÉ SUR SA PLANÈTE	9
1.1 VERS UNE REPRÉSENTATION SYSTÉMIQUE DE LA FINITUDE PLANÉTAIRE	9
1.1.1 <i>Des émissions de gaz à effet de serre</i>	14
1.1.2 <i>De la biodiversité.....</i>	17
1.1.3 <i>Relation énergie / matériaux : Un nexus.....</i>	20
1.1.3.1 <i>Énergie et société.....</i>	21
1.1.3.2 <i>Matérialité de l'économie.....</i>	23
1.1.3.3 <i>Transition énergétique et nexus énergie / matériaux.....</i>	24
1.2 AU-DELÀ DES SYMPTÔMES : TENDANCES, STRUCTURES ET MODÈLES MENTAUX	26
1.2.1 <i>Technosolutionnisme et pensée en silo.....</i>	26
1.2.2 <i>Modèle économique croissanciste dogmatique</i>	28
1.2.3 <i>L'absence de projet politique : faire société ?.....</i>	30
1.2.4 <i>Une crise de sens généralisée.....</i>	31
1.3 LE DÉFAUT FONDAMENTAL DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE DANS LE PARADIGME ÉCONOMIQUE ACTUEL	33
1.4 ÉLÉMENTS DE CONTEXTE CONCERNANT L'AGRICULTURE	37
1.4.1 <i>Un colosse portant atteinte à l'environnement.....</i>	37
1.4.2 <i>Aux pieds d'argile face à l'entrée d'un nouveau régime climatique.....</i>	38
1.5 CONCLUSION INTERMÉDIAIRE DE NOTRE DIAGNOSTIC ET PROBLÉMATISATION.....	39
1.5.1 <i>Problématique</i>	40
2 LA PROPOSITION DE L'ÉCOLOGIE INTÉGRALE ET DE LA PERMACIRCULARITÉ	41
2.1 LES DIMENSIONS DE L'ÉCOLOGIE INTÉGRALE.....	41
2.2 LA PROFONDEUR DE L'ÉCOLOGIE INTÉGRALE	43
2.3 ÉLÉMENTS DE RÉPONSE À LA SOUS-QUESTION SQ1	44
2.4 LA PERMACIRCULARITÉ	45
2.4.1 <i>Les objectifs de la permacircularité</i>	45
2.4.1.1 <i>Réinscrire les activités humaines dans les limites planétaires.....</i>	45
2.4.1.2 <i>Pilotage et trajectoire</i>	45
2.4.1.3 <i>Prise en compte « intégrale » de l'ensemble des causes.....</i>	47
2.4.2 <i>Éléments de réponse à la sous-question SQ2.....</i>	52
2.4.3 <i>Quels liens avec la permaculture ?</i>	53
2.4.3.1 <i>Une définition de la permaculture</i>	53
2.4.3.2 <i>Quelques caractéristiques de la permaculture.....</i>	55
2.4.3.3 <i>Quelques outils pratiques de la permaculture</i>	55
2.4.3.4 <i>Liens avec la permacircularité :</i>	56
2.4.4 <i>Portrait d'une agriculture permacirculaire.....</i>	57
3 MESURER LA PERMACIRCULARITÉ : LE BESOIN D'INDICATEURS	59
3.1 DÉLIMITATION DU CONTEXTE ET DU CONTENU.....	59
3.1.1 <i>Réflexions et choix préalables.....</i>	59
3.1.2 <i>Définition du cadre conceptuel et méthodologique</i>	60
3.1.2.1 <i>Les prérequis à une analyse de permacircularité</i>	60
3.1.2.2 <i>Les dimensions à mesurer</i>	61
3.1.2.3 <i>L'étendue de ce qui est mesuré :</i>	62
3.2 MÉTHODES DE MESURE ET INDICATEURS RETENUS.....	66
3.2.1 <i>Le cas particulier de la raison d'être</i>	66

3.2.2	<i>Niveau +1 : Le niveau macro</i>	67
3.2.3	<i>Niveau 0 : Le niveau méso</i>	69
3.2.4	<i>Niveau -1 : le niveau micro</i>	70
3.2.5	<i>La contextualisation au secteur primaire / secondaire / tertiaire</i>	74
3.2.6	<i>Les suites d'une analyse de permacircularité</i>	75
3.3	PROPOSITION DU SET D'INDICATEURS DE LA PERMACIRCULARITÉ (SOUS-QUESTION SQ3)	75
4	MESURER LA PERMACIRCULARITÉ DANS LE DOMAINE AGROALIMENTAIRE : LE CAS DU P2R....	81
4.1	ÉLÉMENTS DE CONTEXTE CONCERNANT LE P2R	81
4.2	MESURE DE LA PERMACIRCULARITÉ DU P2R.....	82
4.2.1	<i>Tentative d'utilisation d'outils déjà existants</i>	82
4.2.1.1	La sélection des outils	82
4.2.1.2	Le déploiement des outils existants dans le cadre du P2R.....	85
4.2.1.3	Éléments de réponse à la sous-question SQ4.....	85
4.2.2	<i>Définition des indicateurs contextuels au P2R</i>	86
4.2.3	<i>Résultats de la mesure de la permacircularité pour le P2R</i>	89
4.2.3.1	Permacircularité par niveau : résultats et discussions	89
4.2.3.2	Permacircularité par dimension : résultats et discussions.....	91
4.2.3.3	Permacircularité par thème : résultats et discussions.....	92
4.2.4	<i>Conclusions de l'analyse du P2R et éléments de réponse à la sous-question SQ5</i>	93
4.2.4.1	Conclusions liées à la méthode proposée d'analyse de la permacircularité	93
4.2.4.2	Conclusions liées à la permacircularité du P2R (sous-question SQ5)	94
5	CONCLUSION	96
5.1	LIMITES DE L'ANALYSE ET PISTES DE RECHERCHES FUTURES	96
5.2	ENSEIGNEMENTS ET MOT DE LA FIN	97
	BIBLIOGRAPHIE	99
6	ANNEXE I : LES PRINCIPES DE CONCEPTION DE LA PERMACULTURE TELS QUE PROPOSÉS DANS LA PERMAENTREPRISE ET DANS LA PERMAÉCONOMIE	107
7	ANNEXE II : LES INDICATEURS RETENUS PAR IDEA V.4	110
8	ANNEXE III : LES INDICATEURS RETENUS PAR RISE VERSION 3.0	113
9	ANNEXE IV : TABLEAU DE RÉSULTAT COMPLET DE L'ÉVALUATION DE LA PERMACIRCULARITÉ APPLIQUÉE AUX ACTIVITÉS DU P2R	115
10	ANNEXE V : MESURE DE LA PERMACIRCULARITÉ DU P2R, SYNTHÈSE DES RÉSULTATS, REPRÉSENTATIONS GRAPHIQUES ET TABLEAUX	120
10.1	RÉSULTATS PAR THÈME	120
10.2	RÉSULTATS PAR DIMENSION.....	121
10.3	RÉSULTATS PAR NIVEAU.....	121

Table des figures

Figure 1 : État des lieux des limites planétaires à fin 2022.....	10
Figure 2 : Systémique des limites planétaires (Ex naturae, 2020, révisé 2022).....	12
Figure 3 : Taux de croissance des émissions de CO ₂ , 1959 – 2021 (NOAA, 2022).....	14
Figure 4 : Intervalle d'activation de 16 boucles de rétroaction (Carrington, 2022).....	15
Figure 5 : Puits de carbone forestier (par Corentin Riet, The Shift Project, données CITEPA).....	16
Figure 6 : État des lieux des services écosystémiques (R. Almond, R.E.A., Grooten, & Petersen, 2020, pp. 78-79)	19
Figure 7 : Consommation mondiale d'énergie primaire, 1800-2021 (Our World in Data, 2022a).....	21
Figure 8 : Net energy cliff (Sers & Victor, 2018, p. 11).....	22
Figure 9 : Représentation artistique de la quantité de cuivre extraite de la mine Palabora (Marsh, 2014).....	23
Figure 10 : le modèle de pensée de l'iceberg (Ecochallenge.org, 2019).....	26
Figure 11 : La tunnelisation carbone (Konietzko, 2022).....	27
Figure 12 : Évolution cumulée entre 2014 et 2022 des effectifs totaux des principaux opérateurs publics nationaux contribuant à l'adaptation (Dépoues, Dolques, & Nicol, 2022, p. 28).....	30
Figure 13 : L'économie circulaire d'après la Ellen MacArthur Foundation (2019).....	34
Figure 14 : Impact du recyclage sur les échéances de raréfaction (Arnsperger & Bourg, 2017, p. 79).....	35
Figure 15 : Anomalies de température relevées en France sur l'année 2022 (infoclimat.fr).....	38
Figure 16 : Les strates de l'écologie intégrale (Luyckx, 2020).....	43
Figure 17 : Émissions de gaz à effet de serre par habitant et par pays (Our World in Data, 2022b).....	47
Figure 18 : Les étapes de l'élaboration d'une méthode d'évaluation. (Feschet et al., 2016, p. 170).....	59
Figure 19 : Les dimensions retenues de la permacircularité.....	61
Figure 20 : L'étendue de la permacircularité.....	62
Figure 21 : Exemple de MFA pour la ville d'Almaty (Hoogzaad et al., 2019).....	71
Figure 22 : Le polygone de durabilité RISE.....	83
Figure 23 : Représentation d'une propriété et des trois dimensions d'IDEA v.4 (Zahm, Barbier, et al., 2019)....	84
Figure 24 : Mesure de la permacircularité du P2R par niveau.....	89
Figure 25 : Mesure de la permacircularité du P2R par dimension.....	91
Figure 26 : Mesure de la permacircularité du P2R par thème.....	92

Table des tableaux

Tableau 1 : Résumé des limites planétaires et de leurs variables d'activation, d'après (Steffen, Richardson, et al., 2015).....	11
Tableau 2 : Les strates de l'écologie intégrale d'après Luyckx (2020).....	43
Tableau 3: Couverture du diagnostic par l'écologie intégrale selon Luyckx (2020).....	44
Tableau 4 : Les dimensions de l'écologie intégrale d'après Luyckx (2020) couvertes par la permacircularité. ...	52
Tableau 5: Principes de design de la permaculture et leur adaptation à l'entreprise.....	54
Tableau 6 : Synthèse des liens dans l'ensemble de l'étendue de la permacircularité.....	65
Tableau 7 : Caractéristiques permacirculaires des secteurs primaires, secondaires et tertiaires.....	74
Tableau 8 : Liste des indicateurs de la permacircularité retenus.....	80
Tableau 9 : Tableau récapitulatif des indicateurs contextuels aux P2R.....	88
Tableau 10: Points forts du P2R relevés lors de l'évaluation de permacircularité.....	94
Tableau 11: Points faibles relevés durant l'analyse de permacircularité du P2R et propositions d'actions.....	95

Introduction

Ce mémoire constitue un point d'étape dans une longue transition personnelle commencée au cours de l'été 2015. L'émission *Mais où va-t-on ?* diffusée sur RTS la 1ere donnait alors la parole à de multiples acteurs de ce qui était nommé la « *décroissance* ». Une ouverture d'esprit subversive incroyable pour l'ingénieur aéronautique que j'étais alors. La fracture qui apparaît dans mon esprit est immense : comment peut-on raisonnablement conceptualiser que quelque chose croisse indéfiniment sur une petite bille bleue en rotation dans le vide intersidéral ? Prise de conscience vertigineuse.

Aussi, l'idée de ce mémoire est simple et repose sur deux constatations. La première est que peu importe comment on en définit ses besoins, l'humanité doit interagir avec l'environnement — la biosphère ; et il en dépend fondamentalement. La seconde est que les activités humaines, responsables de tant de destructions, ont besoin d'être réorientées. Un nouveau cap doit être donné. Encore faut-il, pour cela, avoir la bonne boussole. C'est l'intention de ce travail qui s'articule en quatre sections.

La première section définit le cadre dans lequel nous devons opérer. Cela passe par l'étendue et la dynamique des atteintes environnementales ainsi que ses causes fondamentales. L'aboutissement en est la problématisation et les sous-questions de recherches associées.

La seconde section met en relation le constat dressé ci-dessus avec la proposition de l'écologie intégrale. Nous discuterons l'adéquation de ce cadre de pensée face aux enjeux polymorphes. Puis, nous nous focaliserons sur la notion de permacircularité, dont nous en discuterons l'appartenance à l'écologie intégrale et en dégagerons les lignes de force, les liens avec la permaculture avant de finir sur le portrait-robot d'une agriculture permacirculaire.

Forte de cette caractérisation, la troisième section se focalise sur la définition de l'ensemble d'indicateurs pertinents à l'évaluation de la permacircularité.

Finalement, la quatrième et dernière partie constitue une mise en pratique de ces indicateurs qui est effectuée sur les activités de la coopérative maraîchère, le Panier bio à 2 Roues. Elle possède également une réflexion sur l'adéquation d'indicateurs existants à mesurer la permacircularité.

1. L'empreinte de l'humanité sur sa planète

Cette section s'attache à caractériser les atteintes environnementales de manière systémique avant de tenter d'en cerner les causes. Ce sont des constatations qui seront précieuses dans l'élaboration d'un set d'indicateurs couvrant de manière adéquate l'ensemble des enjeux.

1.1 Vers une représentation systémique de la finitude planétaire

La pression anthropique de plus en plus globale a amené Paul Crutzen à formaliser au cours des années 2005-2006 le terme d'« *Anthropocène* » (Crutzen, 2007). Ainsi, par ses activités l'homme est devenu une force géologique sortant la planète Terre de la stabilité de l'Holocène. Si l'acceptabilité de l'anthropocène comme époque géologique à part entière ainsi que son point de départ temporel précis est encore discutée au sein d'un groupe de travail dédié (AWG, 2021), le terme s'est largement échappé du champ de la géologie pour être utilisé par une grande variété d'universitaires. Suivant ses sensibilités, chacun s'est approprié le terme, que ce soit au travers de l'*Accumulocène*¹ (Fressoz, 2020), le *Capitalocène*² (Moore, 2016), ou encore le *Plantationocène*³ (Haraway, 2015)... Dans tous les cas, la trajectoire de l'humanité se retrouve donc confrontée à la finitude de la planète.

C'est dans cette perspective que furent formalisées les neuf limites planétaires par Rockström *et al.* (2009) ayant pour ambition de définir « *les frontières du 'terrain de jeu planétaire' de l'Humanité permettant d'éviter un basculement environnemental anthropogénique à l'échelle planétaire* »⁴ (Rockström *et al.*, 2009, p. 1). Similairement à la notion d'Anthropocène, le succès du cadre conceptuel des limites planétaires a permis d'« *élargir le débat politique et académique sur les atteintes environnementales au-delà du seul sujet du changement climatique [...] à travers [notamment] d'une représentation graphique iconique* »⁵ (Brand *et al.*, 2021, p. 267).

La force de ce concept est de considérer la systémique des grands cycles terrestres en concevant un set de paramètres jugés critiques pour la stabilité planétaire puis en définissant les variables conduisant la planète sur des trajectoires environnementales ne permettant plus de supporter des sociétés humaines complexes. Il faut ainsi comprendre le concept des limites planétaires dans un contexte de modélisation systémique des grands sous-systèmes naturels afin d'en identifier les interactions et les forces poussant éventuellement la planète vers un « *changement de régime* »⁶ (Hughes, Carpenter, Rockström, Scheffer, & Walker, 2013).

1 Mettant en avant l'accumulation matérielle de l'humanité comme point de départ

2 Mettant en avant la place du capitalisme

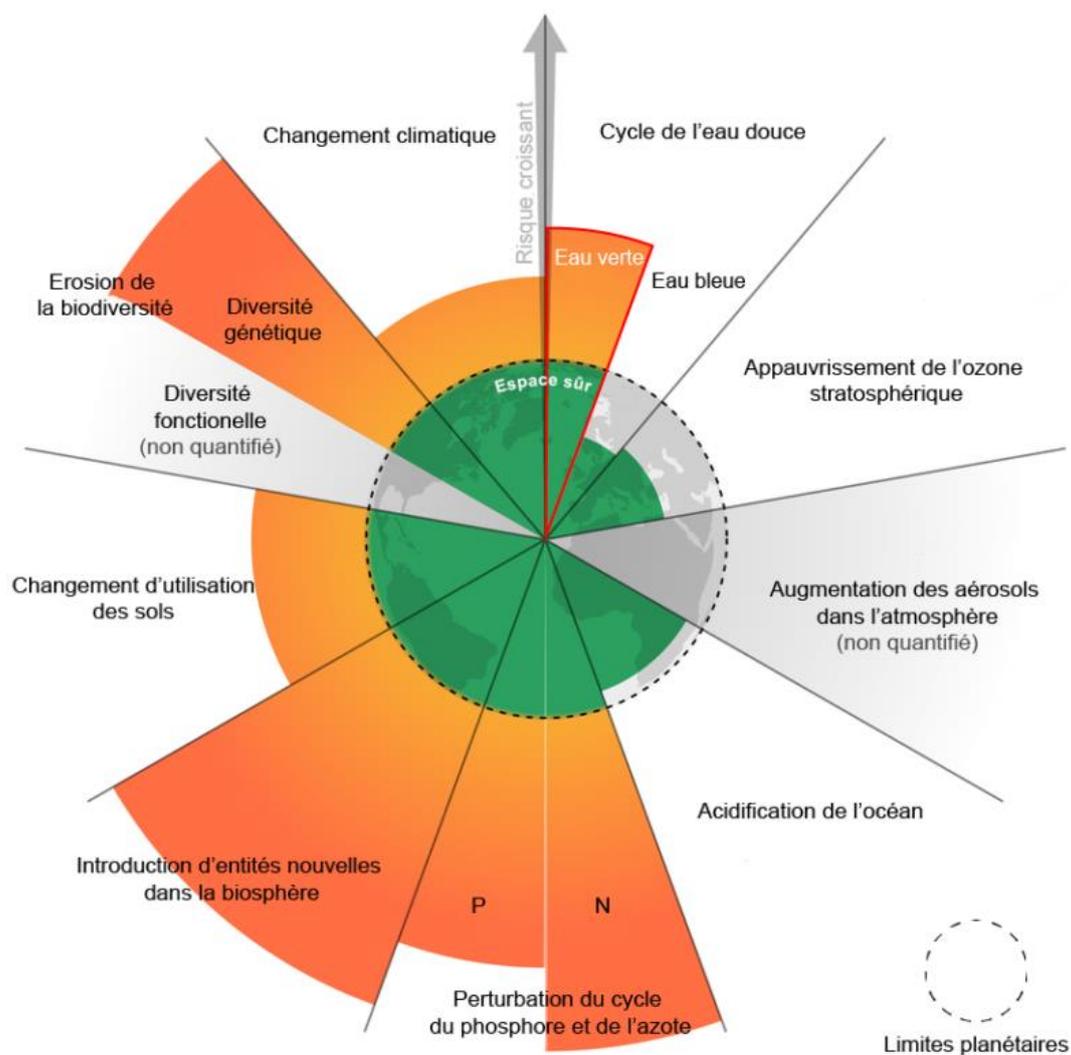
3 Mettant en avant le rôle fondateur des plantations dans la préfiguration de la puissance destructrice de la société thermo-industrielle

4 Traduction personnelle « the boundaries of the "planetary playing field" for humanity if we want to be sure of avoiding major human-induced environmental change on a global scale. ».

5 Traduction personnelle « it has widened the political and academic debate on the ecological crisis beyond climate change [...] [through] the iconic image used to depict planetary boundaries »

6 Traduction personnelle « regime shift »

En ajoutant à l'étude de Steffen *et al.* (2015) la quantification proposée par Wang-Erlandsson *et al.* (2022) sur la disponibilité de l'eau verte et l'étude de Persson *et al.* (2022) sur la pollution chimique, la situation globale des limites planétaires fin 2022 est telle que détaillée sur la Figure 1.



La limite planétaire concernant l'utilisation d'eau douce (eau verte) a été franchie. Elle rejoint les 5 autres déjà dépassées, dont la dernière avait été officiellement dépassée en janvier 2022.

Crédit : Wang-Erlandsson et al. (2022)
Stockholm Resilience Center

Traduction Sydney THOMAS pour @BonPote



Figure 1 : État des lieux des limites planétaires à fin 2022

Le Tableau 1 ci-après présente l'ensemble des limites planétaires ainsi sur leurs variables de contrôle.

Type	Limite planétaire	Description	Variable(s) de contrôle
Cycles biogéochimiques globaux	Interférence avec le cycle global du phosphore et de l'azote	Utilisation de fertilisants minéraux entraînant une eutrophisation dans certains bassins versants (effet local) et les zones anoxiques des océans.	- Flux annuel global et régional de phosphore relâché dans le milieu naturel. - Flux annuel global et régional de l'azote relâché dans le milieu naturel.
	Changement climatique	Augmentation de la concentration de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère entraînant un déséquilibre énergétique de l'atmosphère	- Concentration du CO ₂ dans l'atmosphère. - Forçage radiatif additionnel.
	Usage global de l'eau douce	Prélèvement anthropique d'eau bleue ⁷ et disponibilité de l'eau verte ⁸ (Distinction faite par l'étude de Wang-Erlandsson <i>et al.</i> (2022))	- Taux de prélèvement de l'eau bleue - Variabilité de l'humidité des sols par rapport aux conditions de l'Holocène (Wang-Erlandsson <i>et al.</i> , 2022)
	Acidification des océans	Augmentation de l'acidité des océans par dissolution dans l'eau d'une partie du CO ₂ atmosphérique	- Concentration des ions carbonates au niveau préindustriel.
	Diminution de l'ozone stratosphérique	Dégradation de l'ozone stratosphérique entraînant une exposition accrue aux rayons ultraviolets nocifs	- Taux de réduction de l'ozone stratosphérique par rapport au niveau préindustriel.
Caractéristiques biophysiques autorégulatrices	Vitesse de la perte de biodiversité	Dégradation de la biodiversité par réduction de la variété génétique et la diversité fonctionnelle	- Taux d'extinction des espèces. - Intégrité des biomes.
	Changement d'affectation des sols	Artificialisation des biomes naturels entraînant une perte d'habitat pour les animaux sauvages et un dérèglement des régimes de précipitation.	- Pourcentage de couverture forestière restante (global). - Pourcentage différencié suivant les biomes.
Changements globaux anthropogéniques	Aérosols atmosphériques	Concentration des aérosols atmosphériques entraînant des effets sur la santé humaine ainsi qu'un effet de masque des effets du forçage radiatif des gaz à effet de serre.	- Épaisseur optique des aérosols.
	Pollution chimique	Substances d'origine anthropique introduites dans les milieux naturels entraînant une pollution chimique.	Steffen <i>et al.</i> (2015) n'avaient pas identifié de variable de contrôle dans leur analyse initiale. Persson <i>et al.</i> (2022) ont basé leur quantification sur : - La quantité produite annuellement - La dissémination des produits chimiques - Les externalités négatives des produits chimiques sur les processus terrestres

Tableau 1 : Résumé des limites planétaires et de leurs variables d'activation, d'après (Steffen, Richardson, *et al.*, 2015)

⁷ Eau bleue : eau précipitée non évaporée

⁸ Eau verte : eau disponible pour les plantes

Actuellement, seules deux limites ne sont pas quantifiées (diversité fonctionnelle de la biodiversité et aérosols atmosphériques) et trois limites ne sont pas franchies :

- Diminution de l’ozone atmosphérique : stable depuis plus de 15 ans suite à l’action de la communauté internationale et la mise en application du protocole de Montréal.
- Acidification de l’océan : intimement liée à la concentration de CO₂ atmosphérique, qui, elle continue d’augmenter
- Utilisation de l’eau bleue : l’unique variable d’activation identifiée par Steffen *et al.* (2015) a été remise en question par (Gleeson *et al.*, 2020) avec une proposition de feuille de route pour mieux rendre compte des interactions et de la complexité de l’eau bleue (eaux de surfaces, eaux souterraines, humidité atmosphérique, humidité des sols et enfin eaux gelées)

Toutes les autres sont largement dépassées, et, plus inquiétant encore, tendent à l’aggravation.

Outre la tentative d’objectivation et de mesure des variables critiques supportant la vie humaine sur Terre, l’apport des Limites Planétaires (LP) se situe sur deux points principaux :

1/ **La systémique** des LP entre elles. Ceci transparait dans l’article original de Rockström *et al.* (2009) et est abordé succinctement dans celui de Steffen *et al.* (2015), mais chacune des LP possède un certain nombre d’interactions et évoluent de concert suivant une dynamique qui leur est propre. L’exemple le plus évident est le lien entre l’acidification de l’océan et le changement climatique que nous avons précédemment évoqué. La Figure 2 ci-après constitue une représentation graphique de ces liens systémiques réalisée par l’association Ex-Naturae(2020). On peut par ailleurs remarquer la multiplicité des pressions sur la biodiversité (voir le chapitre 1.1.2 pour plus de détails).

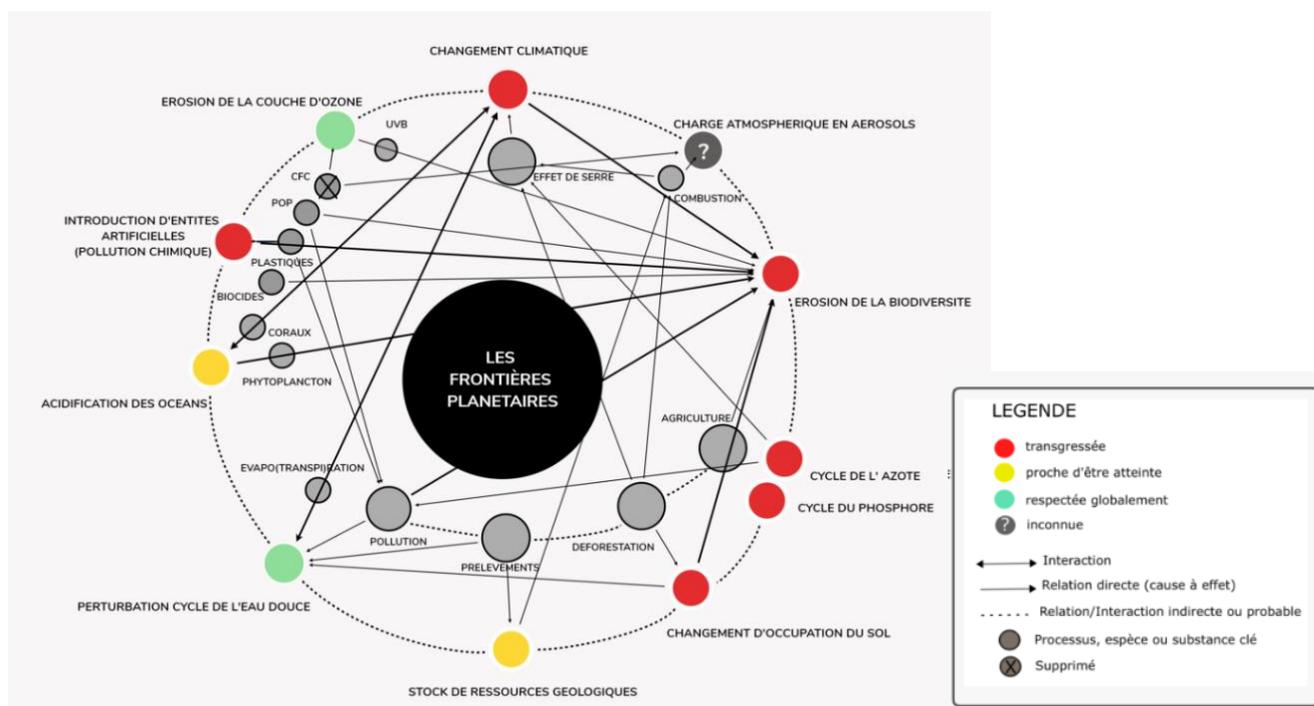


Figure 2 : Systémique des limites planétaires (Ex naturae, 2020, révisé 2022)

2/ **La dynamique** au sein de chaque LP. Le vocabulaire de « *crise* » généralement utilisé (crise climatique, crise de la biodiversité, crise de l'eau, etc.) sous-tend la possibilité du retour à « *la normale* » lorsque la variable de contrôle revient à un niveau antérieur. C'est justement le modèle théorique dynamique sous-jacent au concept des LP qui permet de remettre en cause ce discours. Le système terre est constitué de multiples points de bascules, dont l'activation peut conduire à un emballement même si la variable de contrôle revient à un petit niveau. Tout l'enjeu des LP est donc d'identifier ces points de bascule afin de ne pas les franchir. Rockström *et al.* (2009, p. 4) met aussi en avant le fait que si pour certaines LP, il n'existe pas de points de bascule globaux, ces points de bascule existent à un niveau plus local. Finalement, l'irréversibilité et la notion de *tipping point* (voir Figure 4, chapitre 1.1.1) sont également des points clés de la systémique des LP et la définition de ce qui est considéré comme les limites du « *terrain de jeu planétaire* » (Rockström *et al.*, 2009, p. 1)⁹ dans lequel l'humanité peut prospérer. Ainsi, baser ses actions en ignorant l'irréversibilité et la non-linéarité apparaît comme fondamentalement inapproprié à la lumière des LP.

Si l'objet de ce mémoire n'est pas d'effectuer une revue de littérature de l'état de l'art pour chacune des LP, nous allons aborder dans les deux paragraphes suivants deux limites planétaires qui sont prévalentes à la compréhension des enjeux, respectivement le changement climatique et la perte de biodiversité et dont une « *large variation [...] serait probablement à même à elles seules de projeter le système Terre en dehors de l'état stable de l'Holocène* » (Steffen, Richardson, *et al.*, 2015, p. 8)¹⁰. Les enjeux liés à la perturbation du cycle de l'eau et des cycles de l'azote et du phosphore seront eux détaillés dans la section 1.4.1, lors de leur mise en perspective vis-à-vis des enjeux de l'agriculture.

⁹ Traduction personnelle « Planetary playing field »

¹⁰ Traduction personnelle « large changes [...] would likely, on their own, push the Earth system out of the Holocene state. »

1.1.1 Des émissions de gaz à effet de serre

La LP la plus connue du grand public est sans doute l'augmentation du forçage radiatif dû aux émissions anthropiques de gaz à effet de serre (GES)¹¹. Alors que la concentration de CO₂ dans l'atmosphère de quasiment 420 ppm en septembre 2022, Rockström *et al.* (2009) identifient le seuil à 350 ppm CO₂ avec une marge d'incertitude s'étendant de 350 à 450 ppm. Nous approchons donc de la limite d'incertitude supérieure et les émissions, elles, continuent d'augmenter (voir Figure 3).

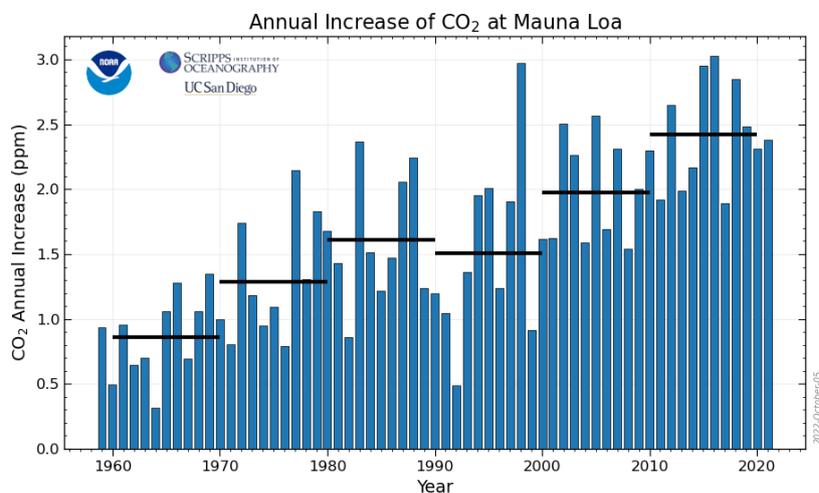


Figure 3 : Taux de croissance des émissions de CO₂, 1959 – 2021 (NOAA, 2022)

Les conséquences de l'augmentation du forçage radiatif sont nombreuses et plutôt bien documentées que ce soit dans les rapports du GIEC (IPCC, 2021) ou leurs déclinaisons régionales, mais même les engagements les plus forts pris dans le cadre de la politique environnementale internationale ne parviennent pas à être à la hauteur des enjeux. Ainsi, si les pays participants à COP 21 pour contenir « l'élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels et en poursuivant l'action menée pour limiter l'élévation de la température à 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels » (Nations Unies, 2015), l'analyse d'Armstrong McKay *et al.* (2022) graphiquement illustrée par la Figure 4 montre clairement que même le respect de ces accords amènera *de facto* à l'activation de sept à dix boucles de rétroaction.

¹¹ Il est à noter que si ce chapitre se focalise sur les émissions de CO₂, les émissions de méthane (CH₄), de protoxyde d'azote (N₂O) ou encore d'ozone (O₃) contribuent significativement au forçage radiatif global.

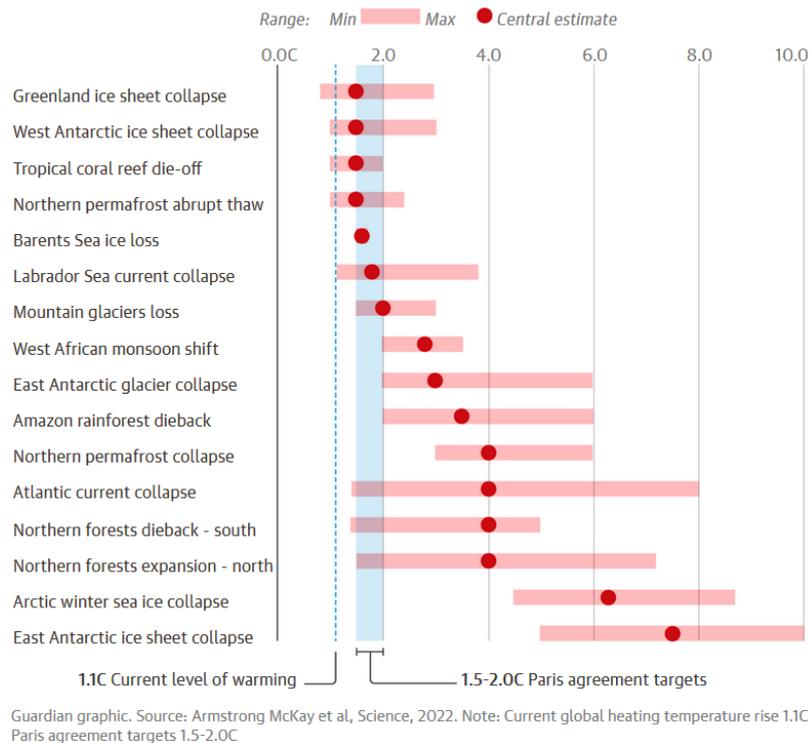


Figure 4 : Intervalle d'activation de 16 boucles de rétroaction (Carrington, 2022)

En ce qui concerne le territoire helvétique, le Centre National pour les Services Climatiques suisses (NCCS, 2018) a identifié, une augmentation jusqu'à +4.5°C de température estivale, une augmentation jusqu'à 9 jours de la sécheresse estivale ou encore une augmentation de 20% du cumul journalier maximal des précipitations à l'horizon 2060 en cas de maintien de la trajectoire d'émissions actuelles. Si ces informations ne sont sans doute pas une surprise pour une bonne partie du grand public, la dimension systémique des conséquences réelles d'une telle augmentation est bien souvent minimisée et incomprise. On peut citer, entre autres, les effets des températures maximales qui remettent en cause la capacité d'utiliser les voies à cadence maximale (CFF, n.d.) ou encore la remise en cause pure et simple de l'intégrité structurelle de ponts soumis aux températures extrêmes d'un environnement bousculé (Palu & Mahmoud, 2019).

Afin de faire le lien avec le chapitre suivant (LP biodiversité, section 1.1.2), il est également judicieux de s'intéresser aux effets du changement climatique sur la couverture forestière. Si, les forêts sont de formidables aspirateurs à CO₂ atmosphérique par le biais de leur photosynthèse, l'enjeu de leur adaptation aux enjeux du changement climatique est clairement mis en avant dans le résumé pour les décideurs du WGII du GIEC (2022, p. 21).

L'été 2022 aura été à cet égard dramatique en France par exemple. Avec plus de 66 000 ha brûlés en 2022, soit 6.8 fois plus que la moyenne 2006-2021, la vulnérabilité des forêts françaises et en particulier des plantations monoculturelles de résineux est apparue dans toute sa force. Comme le montre la Figure 5, la capacité de capture du carbone par les forêts de l'hexagone a ainsi atteint un niveau inférieur à celui de l'objectif de la Stratégie Nationale Bas Carbone 2050 (Fouré, Martin, & Berry, 2020, p. 108) qui constitue la feuille de route de l'Etat français.

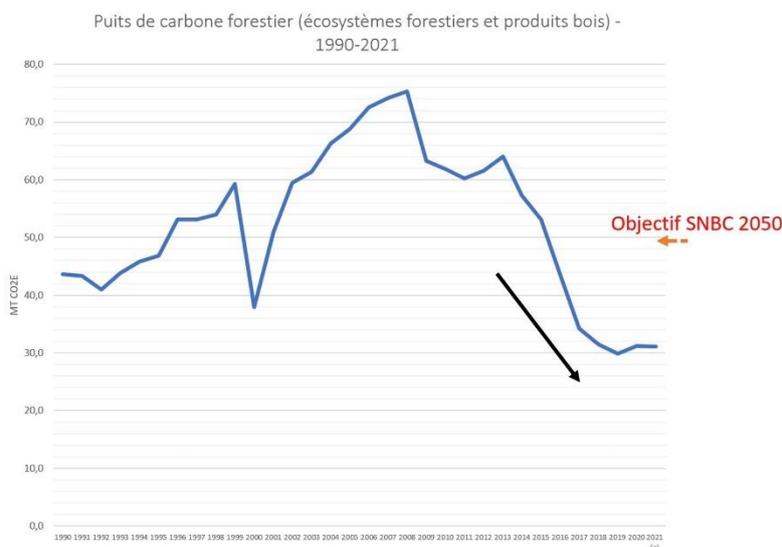


Figure 5 : Puits de carbone forestier (par Corentin Riet, The Shift Project, données CITEPA)

L'IGN dressait le constat suivant en 2021 : « Après plusieurs décennies d'expansion, le ralentissement de la progression du volume sur pied se confirme et ce dernier s'établit à 2,8 milliards de mètres cubes tandis que le volume moyen à l'hectare reste stable avec 174 m³/ha.

Ces chiffres de stock sont à mettre en regard des flux. La croissance des arbres sur la période 2011-2019 s'est ralentie (— 3 %) par rapport à la période 2005-2013 du fait des conditions climatiques difficiles pour les arbres (successions de sécheresse) et du développement de bioagresseurs. Pour les mêmes raisons, la mortalité a fortement augmenté (+ 35 %). Les prélèvements ont également progressé (+ 18 %). Ils comprennent les récoltes dans les peuplements dépérissants. Ceci conduit à un bilan des flux toujours positif mais dont le solde se réduit. » (IGN, 2021, p. 3)

On perçoit ici toutes les tensions entre les différents usages de la forêt, dont les contradictions sont exacerbées par l'impact du bouleversement climatique irréversible en cours.

1.1.2 De la biodiversité

Pour l'IPBES, la biodiversité se définit comme « *la diversité d'écosystèmes, d'espèces et au sein d'une espèce donnée* »¹² (IPBES, n.d.). Dans leur article de 2015, Steffen *et al.* ont choisi de mettre en avant deux variables de contrôle à défaut d'autres variables suffisamment développées.

La première concerne la diversité génétique par le biais du taux d'extinction (Steffen, Richardson, et al., 2015, p. 5). Pour un taux évalué dix à cent fois supérieur à la limite planétaire, cette variable de contrôle est largement dépassée à tel point que certains auteurs n'hésitent pas à parler d'un « *anéantissement biologique global* »¹³ (Ceballos, Ehrlich, & Dirzo, 2017) ou encore d'une « *trajectoire vers la sixième extinction de masse* » (Cowie, Bouchet, & Fontaine, 2022). L'extinction d'une espèce est en effet un phénomène pour lequel il n'existe aucune remédiation. Une fois le capital génétique d'une population, fruit de millénaires d'évolutions et d'essai/erreur disparu, celui-ci ne peut être recrée à un horizon proche.

La seconde variable de contrôle identifiée est associée à la diversité fonctionnelle : Le *Biodiversity Intactness Index (BII)*. Le « *BII mesure la variation de la taille de population due à l'impact des activités humaines telles que l'extraction de ressources ou le changement d'affectation des terres. Cette mesure s'effectue sur une grande variété de groupes fonctionnels et taxonomiques à l'échelle du biome ou de l'écosystème, en utilisant l'abondance de l'ère préindustrielle comme référence* »¹⁴ (Steffen, Richardson, et al., 2015, p. 5). Ainsi, une action humaine régénératrice pourrait aboutir à un BII supérieur à 100. Si cette limite n'était pas encore quantifiée dans l'article de Steffen *et al.*, Le *Living Planet Report 2022* édité par le WWF (R. E. A. Almond, Grooten, Juffe Bignoli, & Petersen, 2022, pp. 46-47) rapporte un BII moyen à l'échelle planétaire de 77, avec de très fortes disparités spatiales mondiales.

Pour une société occidentale dans laquelle l'ontologie se matérialise par une discontinuité entre *Nature* et *Culture* (Descola, 2019), il peut être difficile d'être conscient de l'intime tissage des liens et dépendances entre humain et vivant non humain. C'est à cet effet que le concept de service écosystémique a été popularisé. Un service écosystémique est une interaction entre l'humanité et l'environnement permettant la vie de ce premier. Ces services peuvent prendre trois grandes formes (D. Bourg & Papaux, 2015, p. 929). Une contribution régulatrice, dans laquelle la biodiversité permet de réguler de grands cycles biogéochimiques (régulation de la qualité de l'air, du cycle de l'eau, etc.). Une contribution sous forme de stock de ressources dans laquelle l'humanité peut puiser des sources d'énergie, de nourriture, de matériaux ou encore des composés médicinaux. Finalement, elle peut prendre une forme immatérielle par son action sur notre inspiration, notre bien-être mental ou encore notre identité.

¹² Traduction personnelle « this includes diversity within species, between species and of ecosystems »

¹³ Traduction personnelle « Biological annihilation »

¹⁴ Traduction personnelle : « BII assesses change in population abundance as a result of human impacts, such as land or resource use, across a wide range of taxa and functional groups at a biome or ecosystem level using preindustrial era abundance as a reference point. »

Le constat dressé par la Figure 6 est en tous cas sans appel. La qualité et la capacité de la biodiversité à fournir ces services sont en déclin. La seule augmentation est celle des prélèvements de ressources...

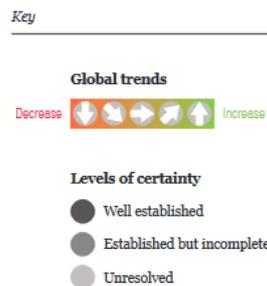


Figure 6 : État des lieux des services écosystémiques (R. Almond, R.E.A., Grooten, & Petersen, 2020, pp. 78-79)

Comme nous l'avons souligné dans la représentation systémique des interrelations entre LP (Figure 2), la limite planétaire *biodiversité* est l'une des plus interreliées des neuf LP. Aussi, l'un des enjeux passant bien souvent sous le radar du grand public est la relation climat/biodiversité. Comme le souligne le *Living Planet Report 2020* (R. Almond et al., 2020, pp. 20-21), parmi les cinq grandes menaces sur la biodiversité (1/ Changement d'affectation des sols, 2/ Surexploitation, 3/ Espèces invasives, 4/ Pollutions, 5/ Changement climatique), le changement climatique est aujourd'hui l'un des moins importants. Alors que les émissions de GES continuent d'augmenter (voir Section 1.1.1), atteignant même un certain nombre de points de bascule (Figure 4), la dynamique de renforcement devrait particulièrement nous alerter.

1.1.3 Relation énergie / matériaux : Un nexus

Aussi pertinent que soit le cadre théorique des limites planétaires, il ne permet pas d'obtenir un panorama exhaustif des enjeux se présentant aux sociétés humaines. À cet effet, la perspective métabolique permet d'adresser les enjeux liés au couple énergie / matière. En effet, l'ensemble du vivant est soumis aux « *deux sources d'énergie libre : la première est un stock de dépôts minéraux dans les entrailles de la Terre ; la seconde est un flux , le flux d'énergie solaire intercepté par la terre* » (D. Browaeys, 2018, p. 159). C'est à partir de ces éléments fondamentaux s'est déployé tout l'éventail du vivant.

Bernard Diu définit la thermodynamique comme « *la science des propriétés et des processus qui mettent en jeu la température et la chaleur* » (Diu, n.d.). Il en découle les deux principes¹⁵ suivants aussi fondamentaux qu'immuables (D. Bourg & Papaux, 2015, p. 991) :

- Le principe de conservation de l'énergie (premier principe) : Dans un système clos, la quantité d'énergie reste constante. Il peut y avoir des conversions entre les différentes formes (travail, chaleur), mais la quantité totale d'énergie dans le système reste identique.
- Le principe de dissipation de l'énergie (second principe). La qualité de l'énergie tend à se dégrader au fur et à mesure des transformations, notamment sous forme de chaleur, la forme d'énergie la plus dissipée. Cette irréversibilité se nomme entropie. Il en résulte qu'une transformation thermodynamique ne s'effectuera seulement dans le sens de l'augmentation de l'entropie.

Ces considérations thermodynamiques sont particulièrement importantes lorsqu'il s'agit d'appréhender la matérialité des activités humaines, car « *les êtres vivants ne [sont] que des transformateurs d'énergie : ils reçoivent du dehors de l'énergie chimique et ils la transforment en une autre forme d'énergie chimique ou en énergie électrique ou mécanique. [...] Au flux d'énergie à travers l'organisme correspond un flux de matière. C'est ce double flux qu'on désigne du nom de métabolisme* » (Di Costanzo, Kayser, & Nordmann, n.d.). Or l'Humanité en tant qu'individu et en tant que société fait partie des êtres vivant, ils en sont donc soumis à ses règles.

¹⁵ Nous ignorons sciemment le principe zéro (universalité de la température) et le troisième principe (impossibilité de refroidir un corps en dessous du zéro absolu) étant donné leur peu d'intérêt dans une perspective économique et écologique.

1.1.3.1 Énergie et société

Il existe tout un champ de pensée focalisé sur les rapports entre énergie et société. Ainsi, pour Timothy Mitchell (2013), la transition du charbon comme énergie principale a profondément changé les rapports de force à l'œuvre dans les sociétés occidentales. Comme l'indique le média *Connaissance des Énergies* dans sa fiche pédagogique sur le charbon (2018), le charbon est une source d'énergie locale étant donné les contraintes du transport de charbon sur de grandes distances. Ayant un rapport de force important par son potentiel de paralysation de l'industrie, les mineurs avaient un poids important dans les institutions politiques et les redistributions sociales. Avec l'avènement du pétrole, cette force est aujourd'hui disparue.

Matthieu Auzanneau (2015) insiste lui sur la place de l'énergie dans la construction des sociétés. Celles-ci, tel n'importe quel être vivant, cherchent à augmenter leur capacité métabolique, c'est-à-dire à accroître son efficacité en augmentant la capacité de transformer énergies et matériaux à leur profit.

Alors qu'en est-il de la consommation d'énergie primaire dans le monde ? La Figure 7 met en lumière trois constats importants.

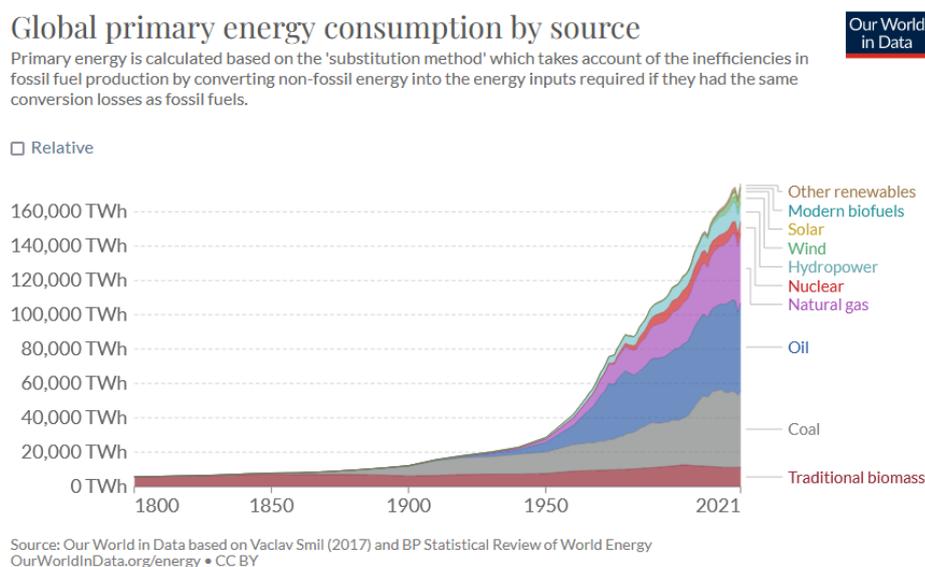


Figure 7 : Consommation mondiale d'énergie primaire, 1800-2021 (Our World in Data, 2022a)

En premier lieu, la consommation d'énergie primaire est en augmentation constante depuis l'introduction des énergies fossiles dans le métabolisme de nos sociétés : nous avons en quelque sorte dopé notre métabolisme. Là où l'on ne pouvait compter que sur moins de 1000 kWh de travail par an pour une personne, la combustion d'un seul litre de pétrole amène un facteur de productivité de l'ordre de 10 à 100 (Jancovici, 2013). C'est de cette constatation qu'est né le concept de « l'esclave énergétique » Buckminster (1940). À Jancovici de réactualiser les chiffres pour préciser que chaque « Français a l'équivalent de 400 à 500 esclaves à sa disposition 24 heures sur 24 (sans compter les importations, qui en rajoutent pas loin de 100) » (Jancovici, 2013). La puissance disponible pour le métabolisme humain a donc changé d'échelle avec l'utilisation des énergies fossiles.

En second lieu, les parts relatives de chaque énergie appellent à une discussion. L'utilisation de la biomasse, par exemple, n'a pas connu de diminution à l'échelle mondiale. Le charbon, parfois vu comme une énergie du XIX^e siècle ou début du XX^e siècle, est en fait une source d'énergie toujours d'actualité. Il comptait pour 39% de la production d'électricité mondiale en 2015 (Connaissance des Énergies, 2018), 36% en 2021 (Our World in Data, 2022c). À titre de comparaison, la part des énergies renouvelables (c'est-à-dire outre la biomasse, le charbon, le pétrole et le gaz), ne culmine qu'à 16% en 2021.

Finalement, la notion d'*EROI* (Energy Returned On Energy Invested) est critique pour les processus liés à l'énergie. La définition utilisée dans ce rapport est celle donnée par Weißbach *et al.* (2013): « *L'EROI répond à une question simple : combien d'énergie utilisable par rapport à l'effort nécessaire pour l'obtenir* »¹⁶. Or cet EROI « *obéit à la loi des rendements décroissants* » (D. Bourg, Salerno, Ferrari, & Swaton, 2018, p. 27; Hall, Balogh, & Murphy, 2009, p. 48). Il est ainsi passé d'un EROI historique de 100 pour un gisement de pétrole conventionnel à une valeur de 20 actuellement. Ce rapport définit également un autre concept clé pour un système d'approvisionnement énergétique qu'est la notion d'*énergie nette*. Elle illustre la relation non linéaire entre la variation de l'EROI et l'énergie effectivement utilisable par l'homme. Cette non-linéarité aboutit à la notion d'*energy cliff* ou de *falaise énergétique* (Figure 8).

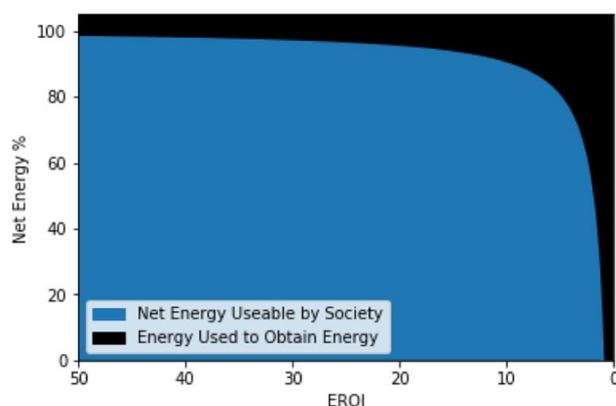


Figure 8 : Net energy cliff (Sers & Victor, 2018, p. 11)

On constate alors que, pour un EROI de 20 ou plus, la quantité d'énergie nette est relativement constante. Cependant, pour un EROI inférieur à 20, la moindre variation d'EROI impacte grandement l'énergie nette produite par le système. Hall *et al.* (2014 cité par Sers & Victor, 2018) donnent quelques EROI typiques pour différentes sources d'énergie :

- 84 pour l'hydroélectricité
- 20 pour le gaz et pétrole
- 18 pour l'éolien
- 10 pour le photovoltaïque
- 3 pour la biomasse

Autrement dit, à niveau d'énergie nette donné, l'intensité matérielle des infrastructures énergétiques va augmenter au fur et à mesure que l'EROI diminue.

¹⁶ Traduction personnelle « The EROI answers the simple question 'How much useful energy do we obtain for a certain effort to make this energy available' »

1.1.3.2 Matérialité de l'économie

Pendant de l'énergie dans la notion de métabolisme, la question des matériaux est également critique, bien que souvent négligée. « *Pilier de la société extractiviste, véhicule historique du capitalisme industriel, qui lui doit sa monnaie, ses armes, ses machines (à commencer par la machine à vapeur, mise au point pour le pompage des mines de charbon) et toute la puissance de son productivisme hors-sol, l'industrie minière semble pourtant frappée d'invisibilité.* » (Izoard, 2018, p. 11)

Cette matérialité est en effet éludée par les modèles économiques mainstream alors que l'industrie minière est intrinsèquement un processus linéaire irréversible à travers l'extraction, concassage, traitements physico-chimiques puis concentration pour utilisation. (SystExt, 2022, p. 16)

Romain Ferrari (dans Arnsperger & Bourg, 2017, p. 52), rappelle l'ordre de grandeur suivant : pour un objet de 750g, environ 7.5kg de matériaux auront été extraits, soit un facteur 10. L'industrie minière peut ainsi être vue comme une gigantesque machine à générer des déchets, qu'ils soient de nature minérale (roches extraites), chimique (par les processus utilisés pour la concentration du minerais) ou environnementale (par la destruction de biotopes). La Figure 9 ci-dessous est l'œuvre de l'artiste sud-africain Dillon Marsh. Elle représente visuellement la quantité de cuivre pur qui a été extrait de la mine de Palabora (Afrique du Sud). On se rend alors de la quantité de matière manipulée et de déchets générés avant même le début de toute fabrication industrielle.



Figure 9 : Représentation artistique de la quantité de cuivre extraite de la mine Palabora (Marsh, 2014)

Finalement, l'extraction minière voit se profiler deux grands enjeux.

Le premier est que les concentrations minières sont tendanciuellement en baisse, comme le rappelle Philippe Bihouix (2013, pp. 101-102) en prenant exemple sur le zinc, l'or ou encore le cuivre « *dont la concentration est passée de 1,8 % dans les années 1930 à 0,8 % aujourd'hui, les nouveaux gisements plafonnant à 0,5 %, tandis que la part dans la production mondiale des gisements historiques plus riches baisse* ». À quantité de minerais

utilisable par l'industrie constante, la quantité de roche primaire doit donc augmenter ; la quantité d'énergie utilisée également, et ce d'autant plus que 80% de la consommation énergétique provient du concassage des roches (SystExt, 2022, p. 21).

Le second est la constante complexification des objets fabriqués à partir des matériaux extraits. Ainsi, la diversité des usages toujours plus importante, ainsi que la variété des éléments utilisés. Le « simple » smartphone possède à lui seul quasiment la moitié, soit 52, de la totalité des éléments chimiques connus (SystExt, 2017). Sous l'effet conjoint de la miniaturisation et de la complexité des objets électroniques, une quantité de métaux plus faible et potentiellement plus imbriquée est utilisée. C'est d'ailleurs le problème que pose l'usage dispersif (dans des lubrifiants, cosmétiques, pigments) ou celui de l'utilisation d'alliages élaborés d'infimes quantités de métaux qui les rend absolument non récupérables (Bihouix & Guillebon, 2010, pp. 288-292). Cette ultraoptimisation a un effet direct sur les capacités de recyclage (Bangs, Meskers, & Kerckhoven, 2016, p. 5) et plus généralement sur le potentiel de circularité des matériaux.

La situation devient d'autant plus complexe que certains produits sont des co-produits d'autres. Il y a donc une vraie interdépendance entre les différents métaux (Bihouix, 2013, p. 97). Et si l'on y ajoute le fait que ces réserves exploitables de métaux sont issues de long processus géologiques de transport/piégeage des minéraux, leur localisation est dictée par les mécanismes de la lithosphère, faisant fi de la géopolitique. La Chine se trouve être par exemple le premier producteur mondial pour 26 minerais métalliques et minéraux industriels (Geldron, 2017, p. 5-6). La complexité associée à la question des matériaux est vertigineuse ; alors que dire du nexus¹⁷ énergie / matériaux ?

1.1.3.3 Transition énergétique et nexus énergie / matériaux.

Nous avons vu dans la section 1.1.3.1 que la consommation énergétique mondiale depuis 1800 n'a connu aucune substitution. On ne consomme pas moins de biomasse qu'en 1800, la consommation de charbon, pétrole et gaz est en augmentation constante et surtout, les énergies renouvelables ne sont venues que s'ajouter elles-mêmes aux énergies fossiles sans en ralentir l'utilisation. Alors une transition énergétique est-elle possible ? Quelles en seraient les conséquences sur l'utilisation de matériaux ?

D'une part, certains auteurs se révèlent critiques envers l'idée de transition. Comme le souligne l'historien Jean-Baptiste Fressoz (2020, p. 37), alors que le développement des mines de charbon battait son plein, remplaçant et surpassant même—, l'utilisation du bois énergie pour la production d'énergie, l'exploitation forestière n'a pas décliné. Bien au contraire, selon l'auteur, nous assistons à une symbiose des énergies. Au bois-énergie s'est substitué le bois-matière, indispensable à l'étayage des galeries de mine. C'est également la thèse du chercheur indépendant Vincent Mignerot (2021). Dans son ouvrage *L'Énergie du Dénier*, il soutient la thèse que le développement d'énergies renouvelables va permettre un « *renforcement synergétique des énergies* ». En d'autres termes, le déploiement de ce qu'il appelle les ENS, les énergies de substitution (nucléaire, le photovoltaïque, l'éolien ou les barrages hydroélec-

¹⁷ Du latin nexus (« lié »)

triques) est utilisé afin de permettre la poursuite de l'exploitation des énergies fossiles. C'est ainsi qu'en 2020, sur 21 sites actifs, 16 sites de capture et séquestration de CO₂ sont utilisés pour la récupération assistée du pétrole (Mignerot, 2021, p. 46). Et Mignerot de noter « *si la compagnie BP veut d'un côté multiplier par dix ses investissements dans les énergies à faible émission carbone d'ici 2030, elle n'annonce pas de réduction massive de la production d'énergie par hydrocarbures avant 2050* » (2021, p. 52). Il va également plus loin en affirmant que, du fait de leurs différentes propriétés intrinsèques, il n'est pas possible de maintenir les infrastructures énergétiques renouvelables en s'affranchissant des énergies fossiles ou biomasse (Mignerot, 2021, p. 36).

D'autre part, une transition vers des énergies renouvelables déclenche la boucle de rétroaction suivante : « *pour produire de plus en plus d'énergie non carbonée et les réseaux à l'avenant, nous aurons besoin de plus en plus de métaux, et pour aller chercher de nouveaux métaux à de plus grandes profondeurs avec des taux de concentration qui vont baisser, nous aurons besoin de plus en plus d'énergie. Si l'efficacité énergétique de la plupart des technologies a certes tendance à augmenter, c'est aussi le cas de leur intensité métallique, et l'efficacité extractive globale, quant à elle, diminue fortement et plus que proportionnellement* » (Arnsperger & Bourg, 2017, p. 112). À titre d'exemple, une voiture électrique contient entre 70 et 80 kg de cuivre alors qu'une voiture thermique en contient moins de 40 (Hache, 2020). La pression sur ces matériaux pourrait alors, à cause d'une augmentation des prix, freiner leur déploiement. La tension sur l'approvisionnement serait ainsi à un certain point plus une histoire de flux que de stocks (De Rochette & De Temmermann, 2022).

Finalement, il semble acté que la sortie des énergies fossiles ne se fera pas toutes choses égales par ailleurs. Il faudra alors sans doute composer, avec moins d'énergie finale disponible à la société comme le rappelle la modélisation de Sers & Victor (2018), ce qui a le potentiel de changer complètement la forme des sociétés et de mettre fin à celles thermo-industrielles.

1.2 Au-delà des symptômes : tendances, structures et modèles mentaux

Adopter une perspective systémique conduit inévitablement à la tentation d'identifier quels sont les structures et systèmes de pensée sous-jacents aux symptômes énoncés ci-dessus comme l'y invite le modèle de l'iceberg (Figure 10). Nous allons donc nous attacher à analyser les tendances, structures et modèles mentaux dans les parties suivantes, car comme le rappelle Donella Meadows (Donella H. Meadows, 1999), identifier les points de levier n'est pas intuitif et réclame analyse, humilité et curiosité.

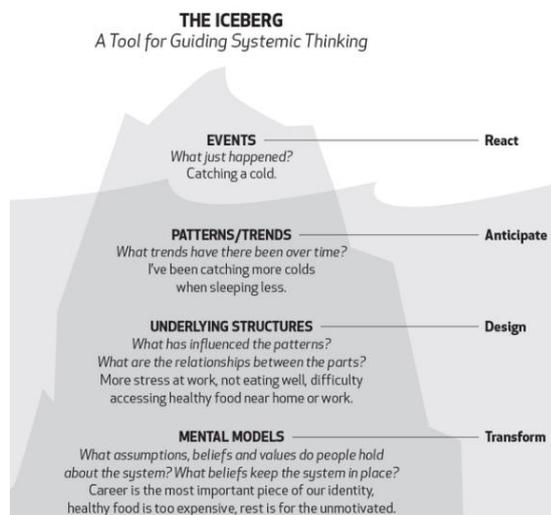


Figure 10 : le modèle de pensée de l'iceberg (Ecochallenge.org, 2019)

Le modèle en iceberg rappelle ainsi fortement l'analyse proposée par Luyckx (2020) à propos des différentes strates de l'écologie intégrale (voir section 2.2). Les quatre traits développés ci-après résonnent eux directement avec les différentes dimensions décrites par Luyckx (2020) dans la section 2.1.

1.2.1 Technosolutionnisme et pensée en silo

L'un des traits les plus prégnants du schéma de pensée des sociétés occidentales est la confiance immodérée dans la technologie. Tout problème peut être résolu par de nouvelles machines, de nouveaux process ou de nouveaux programmes informatiques. Cette approche ignore néanmoins la vision systémique et confond une situation complexe d'une situation compliquée (Kinni, 2017). La technologie permet de gérer parfaitement des environnements extrêmement compliqués, c'est-à-dire des situations circonscrites, avec un certain nombre de variables et un certain nombre de règles et formules applicables. L'exemple parfait se trouve dans le secteur de l'aéronautique. Si les avions d'aujourd'hui sont incroyablement compliqués, la réaction d'un système à n'importe quelle variable peut être connue et analysée. C'est ce qui en fait aujourd'hui le moyen de transport le plus sûr au monde -ou en tout cas aux U. S. A, d'après l'étude de Ian Savage (2013)—, quand bien même il s'effectue à huit cents kilomètres à l'heure à dix mille mètres d'altitude. Dans le contexte complexe des atteintes des activités de l'homme sur son environnement, les variables sont trop nombreuses, trop interconnectées, la situation est trop complexe pour être modélisée correctement dans son ensemble.

Dans une approche mécaniciste, la société moderne en est réduite à une série de compartimentations et une pensée en silo de spécialistes afin de fractionner cette complexité en de multiples problématiques plus circonscrites qui peuvent sembler alors gérables. Cette approche faillit néanmoins à réinscrire le problème réduit dans le contexte de l'infinité de problématiques qui l'entoure. Nous pourrions donner l'exemple de ce que Konietzko (2022) appelle la « *tunnelisation carbone* ». Comme le montre la Figure 11, se focaliser sur la problématique du changement climatique et des émissions de gaz à effet de serre conduit à manquer les conséquences sur d'autres enjeux.

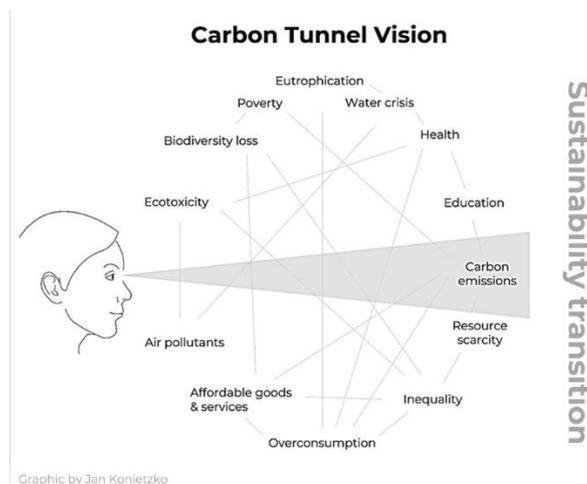


Figure 11 : La tunnelisation carbone (Konietzko, 2022)

Les techniques de capture et séquestration du CO₂ émis dans l'atmosphère en sont emblématiques. Sur le papier, la solution est parfaite : il suffit de déployer de gros aspirateurs et de remettre les gaz à effet de serre *sous le tapis*. La réalité physique et sociologique complexe en décide autrement. Outre l'effet de lock-in de l'extraction des énergies fossiles évoqué p. 24, section 1.1.3.3, la perspective métabolique est impitoyable. Le CO₂ émis dans l'atmosphère est la résultante de haute entropie de la combustion d'énergies fossiles. La concentration de ces éléments va donc nécessiter une grande quantité d'énergie pour en diminuer l'entropie. C'est toute la difficulté de lutter contre l'irréversibilité d'une combustion. Or chaque kWh d'énergie, fût-elle renouvelable, utilisée pour la capture et séquestration est un kWh qui ne peut être utilisé pour répondre à des besoins humains. Dit autrement, utiliser un kWh d'énergie renouvelable pour capturer du CO₂ empêche d'utiliser ce kWh bas carbone pour des activités humaines utiles. De ce fait, cette foi en la technologie n'est ni plus ni moins que la négation de « *la part d'ignorance insurmontable de la science* » (D. Bourg, 2022).

Ce technosolutionnisme conduit également à une artificialisation du monde. Le remplacement des ouvriers par les machines crée une situation dans laquelle une seule personne peut contrôler des installations d'une puissance métabolique importante. Ceci est particulièrement vrai dans l'agriculture (L'Atelier Paysan, 2021). La fuite en avant techniciste conduit à un projet dans lequel les 390 000 exploitants agricoles actuels en France seraient remplacés par moins de 250 000 paysans suppléés par de nombreuses machines de précision (L'Atelier Paysan, 2022). L'effet secondaire étant d'ailleurs une consommation de ressources et énergie accrue afin de nourrir le monde et une dépendance complète envers les industriels. Cela participe également à la mise à l'écart de l'humanité par rapport à son environnement : « *La nature n'est plus une grande enveloppe, mais devient un décor: l'homme se voit non plus*

dans la nature, mais devant elle, dans un rapport d'extériorité. Il ne voit plus sa destinée comme déterminée par le monde: il entend désormais manier les rouages, créés par un Dieu horloger » (D. Browaey, 2018, p. 145)

Le technosolutionnisme se traduit également par la multitude de machines et structures créées afin de résoudre les problèmes identifiés. Or cet ensemble d'infrastructures est aujourd'hui une source d'inertie importante (Erkman, 1998, p. 103) par *effet de parc*. Faire transitionner un parc d'infrastructure donné d'un modèle à l'autre demande ainsi des ressources financières et matérielles commensurables à la taille du parc.

Cette analyse de la toute-puissance de la technologie doit néanmoins être mise en regard du système économique tant la technologie industrielle et les structures sous-jacentes de l'économie croissanciste sont liées.

1.2.2 Modèle économique croissanciste dogmatique

Le libéralisme économique mainstream se distingue par sa course exclusive de la croissance. Comme le propose Bonneuil (2015), cette poursuite trouve sa source dans l'introduction des énergies fossiles, l'extractivisme et l'industrialisation qui se trouve aujourd'hui être mesurée par un indicateur unique : le PIB, qui constitue la boussole exclusive de l'ensemble des politiques économiques. Hors cet indicateur n'est que le reflet de la taille du métabolisme économique, c'est-à-dire de la quantité (d'énergie et de matière) consommée par les processus économiques (European Environment Agency (EEA), 2016) en dépit de toutes les tentatives de découplage. Il y a ainsi un couplage direct entre énergie consommée, émissions de gaz à effet de serre, consommation de matériaux et variation du PIB.

Toujours est-il que cette croissance a aujourd'hui fait enfler la sphère économique au-delà des limites du monde physique, aboutissant à un réel désencastrement de structures économiques par rapport aux structures sociales et environnementales. Nous partageons ici l'analyse de l'économie néolibérale faite en son temps par Karl Polanyi (2016). Ainsi la création de la monnaie *fiat* n'est aucunement rattachée à quelques grandeurs physiques (Alt, 2020; Hagens, 2020, p. 13). En s'autonomisant, en s'extrayant de tous les cadres, qu'ils soient sociaux ou environnementaux, l'économie ne sert qu'un but : faire des profits. Et ce, à n'importe quel coût, y compris aux coûts environnementaux les plus forts.

Or à ses racines, la finitude de la planète Terre constitue un angle mort de la pensée économique mainstream. On peut penser aux préceptes aujourd'hui périmés de Jean-Baptiste Say pour qui « *Les richesses naturelles sont inépuisables [...]. Ne pouvant être multipliées ni épuisées, elles ne sont pas l'objet des sciences économiques* » (Bonneuil, 2015, p. 83). Si ces propos sont concevables dans une économie de la taille de celle pré-XXe siècle, ils ne le sont plus dans celle de la taille du XXIe siècle. Des tentatives de prise en compte des enjeux de ressources ont été entreprises, mais elles se limitent néanmoins à la perspective que les « *problèmes environnementaux constituent des défaillances du marché ; prendre en compte les limites planétaires demande principalement de réparer les incitations vers les activités non soutenables* »¹⁸ (Biermann & Kim, 2020, p. 509). Cela aboutit à une perspective de

¹⁸« environmental problems constitute market failures; protecting planetary boundaries hence primarily involves fixing misguided incentives for harmful activities. »

durabilité faible (Solow, 1995) et, de ce fait, « *la non-considération [de la dimension métabolique fondamentale] des externalités constitue une tricherie généralisée. Ainsi notre économie ment : elle ne tient pas compte des interdépendances* » (D. Browaey, 2018, p. 20).

Une autre propriété de la sphère économique est la naturalisation de cet état de croissance pour aboutir à une sorte de providentialisme : il en est du destin de l'humanité de faire croître son économie. La justification du récit économique actuel se base principalement sur la vision des sociétés d'Adam Smith. Bâtie sur la base des observations anthropologiques de son époque, elle comporte 4 stades successifs (chasseur, éleveur, agriculteur puis société commerciale). Cette succession de stades est donc un ordre spontané naturel qui pousse l'Homme d'une étape à l'autre et qui constitue une sorte d'acceptation élargie de *la main invisible du marché*¹⁹. Le providentialisme du modèle économique mainstream s'étend d'ailleurs dans la considération de l'environnement par l'économie et se manifeste par le concept de *courbe de Kuznets environnementale*²⁰ : l'augmentation du revenu induit une augmentation des dommages environnementaux jusqu'à un maximum avant de replonger. Une fois de plus, la *main invisible* fait son œuvre. La croissance des richesses économiques permet le progrès. Ce n'est pas le cas dans la réalité et les écarts d'émissions de gaz à effet de serre entre les plus riches et plus pauvres sont édifiants. Thomas Wagner (2021) rappelle que les émissions s'étalent de plus de 50t CO_{2eq} pour les 1 % les plus riches en Europe contre environ 2t pour le décile le plus pauvre. Et que penser de l'empreinte de Bill Gates en 2017 : 1627 t CO₂ minimum rien que pour ses déplacements en avion (Gössling, 2019, p. 10) ? Polanyi (2016) montre très bien comment le croissancisme a dû être imprimé par pression sur la société : fin des communs entraînant un exode rural vers les centres industriels, aliénation et hétéronomisation de l'individu envers ses moyens de subsistance, le tout sous lobby intense des économistes auprès des élites. Il faut se souvenir que le budget de la publicité a été multiplié par 10 depuis 1950 pour s'établir à 650 milliards de dollars par an : c'est beaucoup pour faire fonctionner un modèle économique soi-disant naturel (Mr Mondialisation, 2019).

La sphère économique est également celle qui permet de financer l'ensemble des activités. Brand *et al.* (2021, p. 270) identifient ainsi que les effets de lock-in sont non seulement infrastructurels, mais également engendrés par les « *structures sociales du capital* », qui définissent ce qui est rentable.

Pour conclure, nous avons établi que le but du système économique (faire croître le PIB) entraîne directement un accroissement du métabolisme des activités humaines, qui, à leur tour, voient leur empreinte sur l'environnement s'accroître. Le tout en naturalisant cet état de fait, rendant *de facto* difficile un changement de modèle économique. Il nous faut maintenant nous attarder sur l'impact de cette perspective économique sur la société en général.

¹⁹ L'interprétation réduite en serait la manière de régir les interactions marché/État de manière optimale.

²⁰ Par similarité avec la courbe de Kuznets décrivant le développement économique comme la succession d'une augmentation des inégalités sociales (sociétés préindustrielles) et d'une diminution dans les sociétés industrielles

1.2.3 L'absence de projet politique : faire société ?

L'ensemble du fonctionnement des institutions politiques a été réorienté vers le support inconditionnel de l'économie. Il est question en tout premier lieu de concurrence et de rentabilité.

Michel Blay rappelle ainsi que « *le libéralisme économique [de Hayek] considère la concurrence comme supérieure (...) parce qu'elle est la seule méthode qui permette d'ajuster nos activités les unes aux autres sans intervention arbitraire ou coercitive de l'autorité* » (Blay dans D. Browaey, 2018, pp. 163-164). Ce mécanisme de support à l'économie néolibérale se retrouve particulièrement bien dans les politiques de mobilités. Comme le souligne Héran (2014), dans son étude comparative de l'évolution de la place du vélo dans les mobilités européennes, on peut voir dans de nombreux pays la mise en place d'un « *système voiture* » par le démantèlement de réseaux de transport en commun et mise en concurrence de sillons ferroviaires. Lobmaier (2020) explique dans son documentaire comment le réseau ferré français est passé de 68000 à 26500 kilomètres au cours des dernières décennies, sous l'action conjointe de ministres favorables à l'industrie automobile, de lobbies de cette même industrie et dans le maintien d'une notion de rentabilité comme absolu à suivre. Dans le parallèle de Lobmaier avec la Suisse, il est flagrant de voir comment la volonté politique aux divers échelons a permis le maintien d'un réseau structurant. Nous avons aussi vu récemment la renationalisation des chemins de fer britannique suite à une inflation de prix et un service incohérent (Goulesque, 2020) remettant en question l'absolue supériorité de la concurrence dans les politiques publiques.

Ensuite, les logiques d'austérité remettent en cause la capacité de l'appareil étatique à gérer l'instabilité croissante due aux bouleversements environnementaux. La Figure 12 montre l'exemple de l'évolution de la masse salariale dans les 10 administrations clés quant à l'adaptation de la société aux changements climatiques. Le constat est sans appel, avec par exemple une baisse d'environ 20% sur la période pour Météo France et le CEREMA²¹, qui sont des acteurs clés sur ces questions. Il n'y a guère que le Conservatoire du littoral (CELRL) qui a connu une hausse modeste de 4%.

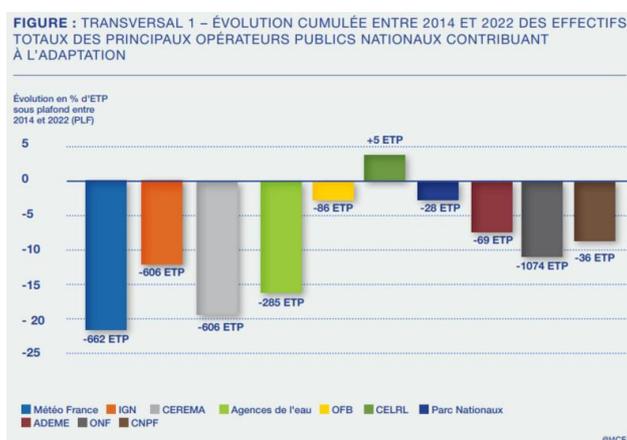


Figure 12 : Évolution cumulée entre 2014 et 2022 des effectifs totaux des principaux opérateurs publics nationaux contribuant à l'adaptation (Dépoues, Dolques, & Nicol, 2022, p. 28)

²¹ Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

Toutes ces déstructurations des organes étatiques s'accompagnent également d'un discours politique qui se heurte à l'incapacité d'appréhender la systémique des atteintes environnementales. Ainsi, lorsque le candidat Macron promet « *Une France, où la voiture électrique pour tous viendra remplacer les coûteux pleins d'essence* » (Macron cité par Baut, 2022), il est victime de *tunnelisation carbone* (voir Figure 11) et n'appréhende l'impact du trafic individuel motorisé que par le biais de ses émissions. Aucune considération de l'espace dédié à la voiture dans les villes, des questions de ressources nécessaires à leur construction ou de la congestion des voies de circulation. Il semble impossible de promouvoir un projet politique remettant en cause la primauté de l'impératif de la croissance économique. L'émblématique opposition du président français (Le Monde avec AFP, 2020) entre 5G et « *retour à la lampe à huile* » en est le parfait exemple.

Cela aboutit à une impression de démission des élites comme le rappelle Browaeys : « *Dans son dernier livre très inspirant, 'ou atterrir ?', Bruno Latour suppose que les classes dirigeantes ont abandonné l'idée de partager la terre. "Ces gens là -ceux qu'il faut désormais appeler les élites obscurissantes — ont compris que, s'ils voulaient survivre à leur aise, il ne fallait plus faire semblant, même en rêve, de partager la terre avec le reste du monde"* » (D. Browaeys, 2018, p. 175). Ainsi, la combinaison du technosolutionnisme, de l'économie de croissance et de la politique néolibérale créent plus profondément une crise de sens.

1.2.4 Une crise de sens généralisée

Cette crise de sens se matérialise par une véritable crise des modèles ; que ce soit une remise en cause des rapports de domination, des modèles économiques, des modèles de réussite, des modèles familiaux.

Parmi toutes les incertitudes liées au bouleversement anthropique des cycles biogéochimiques, une des difficultés de l'appréhension de la multitude des enjeux est la difficulté de se représenter le temps long ou l'invisible. En effet, nous avons tendance à être victimes d'une « *amnésie environnementale générationnelle [...] [car] le monde naturel de notre enfance nous sert de repère* » (L. Browaeys, 2019, p. 101). En témoigne par exemple le grand écart de perception entre ce que Ceballos, Ehrlich & Dirzo (2017) appellent un « *anéantissement biologique global* »²² alors que le grand public suisse possède une perception faussée de l'état de la biodiversité, avec en moyenne 58% des sondés pensant que l'état en est *plutôt bon* ou *très bon* (Le Matin, 2022). Cela s'explique notamment par la notion de « *shifting baseline syndrome* » (Soga & Gaston, 2018), une accoutumance progressive aux changements environnementaux.

Néanmoins, cette difficulté de représentation est probablement appelée à s'estomper, car les effets du changement climatique commencent à se faire ressentir, y compris dans les pays du Nord global. Comme Daniel Boy l'écrit dans sa conclusion de la 23^e enquête annuelle commanditée par l'ADEME à propos des représentations sociales du changement climatique : « *Le fait qu'aujourd'hui que 51 % des personnes interrogées déclarent avoir subi, 'Souvent ou parfois' les conséquences de désordres climatiques (contre 27 % en 2015) démontre que désormais c'est bien, pour partie, l'expérience vécue des désordres climatiques, et non plus*

²² Biological annihilation

seulement le récit médiatique de ces faits, qui contribue à modeler les représentations sociales du changement climatique. » (ADEME & Daniel Boy RCB Conseil, 2022)

Obéissant à des logiques économiques (bulles informationnelles algorithmiques, primauté du buzz, etc.), les médias ne sont d'ailleurs pas à la hauteur du traitement des atteintes environnementales. L'analyse de l'accueil par les médias du rapport du WG2 de l'IPCC (publié en 2022) par Thomas Wagner (2022) est éloquent : sur les chaînes nationales françaises, seule France 2 y a consacré 1 min (!). Rien d'autre. Et lorsque le climat est abordé, cela se fait de manière très décousue, en une juxtaposition de sujets sans mise en perspective systémique. Si l'on reprend le schéma de l'Iceberg (Figure 10), le traitement s'arrête au niveau le plus superficiel, le niveau des symptômes.

Tout ceci aboutit à une réelle perte de sens, et le monde du travail, circonscrit dans le modèle économique et son objectif de la maximisation du profit à tout prix, n'y coupe pas. Le très libéral Dominique Seux, dans une de ses chroniques économiques pour France Inter se demandait si les Français étaient devenus paresseux, commentant une note de la Fondation Jean Jaurès et de l'IFOP. « *Il y a 30 ans, 60% des Français disaient que le travail était quelque chose de « très important » dans leur vie. Aujourd'hui, ils ne sont plus que 24% à le dire. Aucune autre valeur (la famille, les amis, la religion) n'a connu une évolution aussi forte dans un sens ou un autre. Aucune autre, sauf une : les loisirs, montés en flèche.* » (Seux, 2022). Le refus de perpétuation d'un modèle périmé est d'autant plus marqué dans la jeunesse, oscillant entre désespoir profond pour leur futur (Ritchie, 2022) et passage à l'action tels que les discours les plus radicaux de divers étudiants lors de leurs cérémonies de remise de diplôme (Leclercq, 2022). Ce mouvement de désertion possède de multiples facettes comme le souligne le magazine en ligne militant *Frustration* (Framont, 2022), bien au-delà de la question du sens et d'une circonscription dans les classes sociales supérieures. La désertion touche également les employés « *du milieu ou d'en bas* » (Framont, 2022) ; que ce soit pour mettre fin à des violences hiérarchiques, ou fuir l'absurdité de certains postes, l'impossibilité de bien faire ou la conscience de la nuisance de ses actions professionnelles.

La crise de sens se traduit également dans une remise en question du lien innovation — progrès, comme un « *échec de la cosmologie moderne du progrès et de la croissance* » (Arnsperger, 2018, p. 54). En effet, au sortir de la Seconde Guerre mondiale, la « *grande accélération* » (Steffen, Broadgate, Deutsch, Gaffney, & Ludwig, 2015) a permis de reconstruire les pays dévastés par les combats et plus largement d'améliorer les conditions de vie de l'humanité sur la planète. Or nous assistons à un découplage entre bien-être et richesse économique (qui est directement lié à l'innovation). En extrapolant les résultats de l'analyse de Kahneman *et al.* (2006) qui indique qu'au-delà d'un certain seuil, une augmentation du revenu personnel n'augmente pas le bien-être, on peut observer un effet similaire à l'échelle globale (Gadrey, 2008). Pire, on aboutit à une *contre-productivité* absolue que ne renierait pas Ivan Illich (Damon, 2016) à cause de l'augmentation de la taille de l'économie (c.-à-d. la taille de son métabolisme comme discuté dans la section 1.1.3) qui entraîne une diminution du bien-être par l'augmentation des atteintes environnementales globales ressenties. Il en résulte une forme de rupture, car « *l'innovation n'est plus perçue de la même façon par les élites et l'opinion publique. Les dirigeants ne cessent de clamer les vertus de l'innovation pour relancer la croissance ou l'emploi. Mais l'opinion publique ne veut pas de l'innovation en soi, mais du progrès* » (Giget, 2015).

Finalement, il est également question d'une crise spirituelle. C'est ce que défend par exemple Lynn White Jr., pour qui la religion catholique a induit, par son anthropocentrisme, une extraction de l'homme de la Nature (White Jr, 2019). « *Le christianisme diffuse la croyance dans la prédestination et l'incarnation et valorise la rationalité avec la mesure rigoureuse et du calcul du temps et de l'argent* » (Musso, 2017, p. 132 dans D. Browaey, 2018, p. 143)

Au final, consommer devient une « *manière d'exister, de renvoyer une image de soi, de s'inscrire dans la société* » (Rocci dans Chauvin, 2021) qui alimente la machine prédatrice de l'environnement, et « *notre modernité [devient] 'antigénéalogique'. C'est-à-dire qu'elle perd peu à peu le sens de la durée et de la transmission.* » (D. Browaey, 2018, p. 40)

1.3 Le défaut fondamental de l'économie circulaire dans le paradigme économique actuel

Il n'y a pas d'origine unique connue pour le concept de l'économie circulaire, mais il s'inscrit pleinement dans une prise de conscience de la finitude des ressources de la planète explicitée par le rapport Meadows ou encore la métaphore du « *vaisseau spatial terre* »²³ (Winans, Kendall, & Deng, 2017, p. 826). Dans ce contexte, le constat de l'immense linéarité du système économique moderne apparaît comme intolérable. Parmi les multiples acteurs relevant de l'économie circulaire et les 114 définitions identifiées par Kirchherr, Reike & Hekkert (2017), le concept s'est aujourd'hui largement fondu dans le développement durable, comme l'explique l'un des promoteurs prédominants, la Ellen MacArthur Foundation pour qui « *une économie circulaire permet le découplage entre l'activité économique et la consommation de ressources finies. C'est un système fini qui est bon pour le business, les gens et l'environnement* »²⁴ (The Ellen MacArthur Foundation, n.d.). Elle se décline sous trois points : 1/ Éliminer les déchets et la pollution ; 2/ Faire circuler les produits et matériaux à leur plus haute valeur ; 3/ Régénérer la nature.

Comme le montre la Figure 13, tout l'enjeu est de maintenir les matériaux dans la sphère économique. Pour cela, la Ellen MacArthur Foundation fait une distinction fondamentale entre les ressources renouvelables et celles non renouvelables. Pour la première, leur caractère organique permet au-delà de leur réutilisation d'envisager la méthanisation ou encore le compostage pour leur fin de vie. Pour les ressources finies, l'enjeu est de maintenir les produits dans les boucles les plus proches de l'utilisateur, c'est-à-dire dans l'ordre de préférence : *partager, maintenir, réutiliser, reconstruire et recycler*. Cela correspond également à maintenir les ressources à leur niveau d'entropie la plus basse (section 1.1.3, p. 20).

²³ Traduction personnelle « spaceship earth »

²⁴ Traduction personnelle « a circular economy decouples economic activity from the consumption of finite resources. It is a resilient system that is good for business, people and the environment »

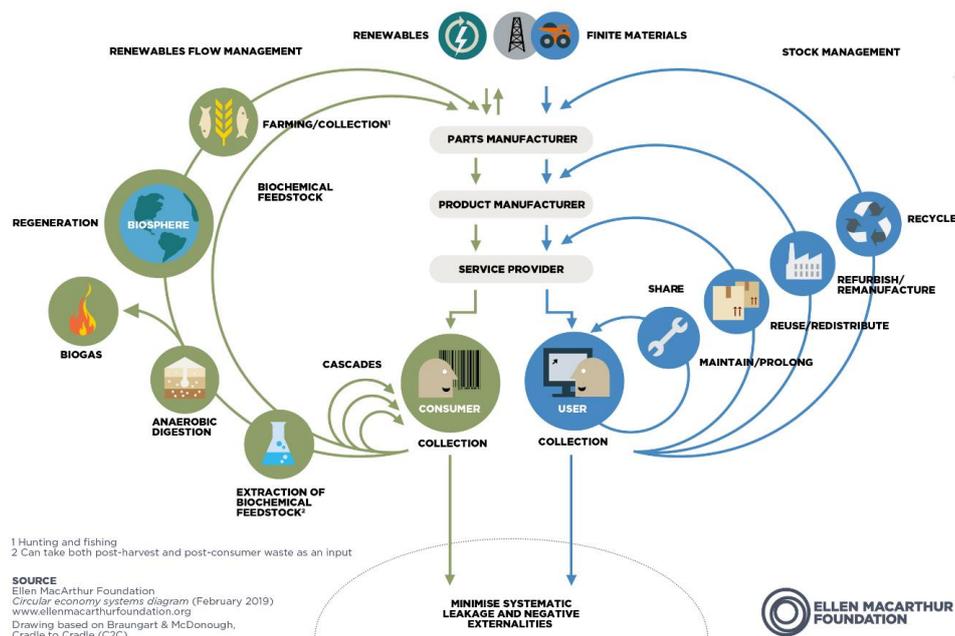


Figure 13 : L'économie circulaire d'après la Ellen MacArthur Foundation (2019)

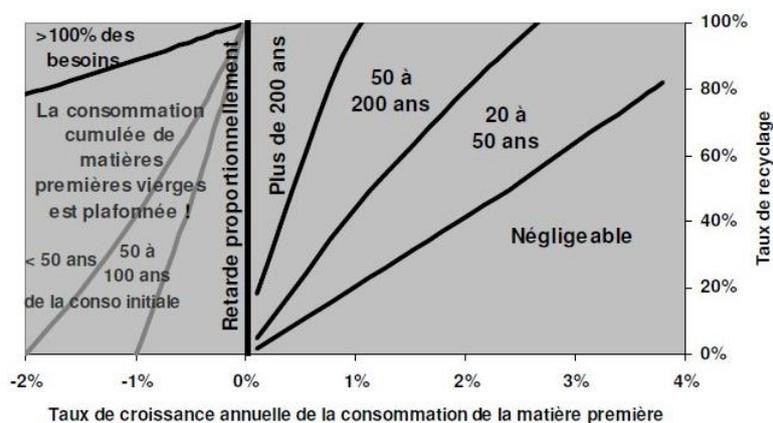
Il y a cependant plusieurs problèmes fondamentaux. Tout d'abord, « le concept de l'économie circulaire ne fonctionne pas dans les règles de la thermodynamique, en particulier car aucun système ne peut être 100% fermé à cause de l'entropie »²⁵ (Winans et al., 2017, p. 826). Comme nous l'avons déjà évoqué dans la section 1.1.3, l'entropie traduit le phénomène de la dégradation irréversible de l'énergie, d'un état concentré à un état de plus en plus diffus. Le concept est également applicable aux métaux, qui sont si critiques dans le cadre de la transition énergétique (De Rochette & De Temmermann, 2022; Hache, 2021). Ainsi, des contraintes physiques et économiques peuvent empêcher la circularisation de matériaux comme la question du coût de retraitement vis-à-vis des matériaux de première extraction. L'usage des métaux peut aussi avoir un impact sur la circularité. La question de la miniaturisation et de la complexité des objets électroniques ou de l'imbrication peut freiner la possibilité de réparation ou de surcyclage. Ces deux phénomènes conjoints induisent également une quantité de métaux plus faibles et potentiellement plus imbriqués, donc plus difficiles à recycler (Bangs et al., 2016, p. 5). Ensuite, si l'on considère la question du recyclage dans le cadre d'une économie circulaire, on s'attend alors à pouvoir recycler le matériau à plusieurs reprises (*une infinité de fois* ?). Malheureusement, en vertu de la seconde loi de la thermodynamique, l'entropie va irrémédiablement générer des pertes définitives de matériaux recyclables lors du processus, indépendamment de la technologie de récupération utilisée — hydrométallurgie ou pyrométallurgie (Khaliq, Rhamdhani, Brooks, & Masood, 2014, p. 160). Et l'on ne parle même pas des usages dispersifs... le recyclage et la circularisation peut également avoir un effet encore plus pervers en justifiant l'utilisation première d'objets jetables par la possibilité de valorisation à la fin de la vie du produit. On

²⁵ « the CE concept does not work for thermodynamics, in particular because no system can be 100% circular (or closed) due to the entropy law »

peut penser ainsi à la justification de l'utilisation de bouteilles PET, car elles sont *in fine* valorisées en tant que fibre textile polyester (Bertolini, 2002, p. 19).

L'économie circulaire a complètement été phagocytée par le récit du développement durable. « En 1987, le rapport Brundtland *Our common future* a popularisé la phrase 'répondre aux besoins présents sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs' » (Chambers, Simmons, & Wackernagel, 2000, p. 1). Parmi les 17 Objectifs du Développement Durable formulés par l'ONU, l'objectif n°8 est intitulé *Travail décent et croissance économique*, dont l'un des objectifs est « d'améliorer progressivement, jusqu'en 2030, l'efficacité de l'utilisation des ressources mondiales du point de vue de la consommation comme de la production et s'attacher à ce que la croissance économique n'entraîne plus la dégradation de l'environnement » (Bodiguel, 2015). Or une croissance économique soutenue annule tout bénéfice de l'économie circulaire au global sur un temps long comme l'a implacablement démontré François Grosse (2010). À cause du caractère exponentiel d'une demande matérielle causée par la croissance économique, la quantité de ressources utilisées devient de plus en plus importante sur un même intervalle de temps. Ainsi, une croissance de 3% aboutit à un doublement de la quantité absolue en 20 ans à peine.

Si l'on prend l'exemple d'un matériau recyclé à un taux de 100%²⁶, dont le temps de résidence (le temps d'utilisation avant envoi en recyclage) est de 20 ans et dont la demande est soumise à une croissance de 3%, la quantité recyclée au bout des 20 ans ne correspondra qu'à la moitié des besoins courants. Autrement dit, dans ce cas, une économie circulaire parfaite qui retient 100% des matériaux pour réemploi ne peut subvenir qu'à la moitié des besoins vingt ans plus tard. Et plus le temps de résidence augmente, plus fort est cet effet. Porté à 60 ans dans les conditions précédentes (100% de recyclage, croissance de 3%), le recyclage ne pourra alors combler que 12.5 % des besoins d'alors. Cet effet est parfaitement bien résumé par la Figure 14.



Représentation pour un temps de séjour moyen dans l'économie de 12 années.

Figure 14 : Impact du recyclage sur les échéances de raréfaction (Arnsperger & Bourg, 2017, p. 79)

²⁶ ce qui ne peut être le cas dans la vie réelle en vertu de l'entropie

Pour Grosse, le découplage métabolique de l'économie nécessite de faire la distinction entre deux types de découplages concernant la pression sur les matériaux (2010, p. 12) :

- Un *découplage relatif*, dont le seul espoir est de soulager la quantité de matière première extraite par le biais du réemploi et du recyclage sans en baisser la quantité absolue
- Un *découplage fondamental*, qui ne peut être effectué que par une réduction de la demande de matériaux, en quantité absolue.

Or nous avons établi dans la section 1.1.3 que la consommation d'énergie et matériaux (le métabolisme économique) ne peut être découplée de la variation de la taille de l'économie. Ainsi, le constat est sans appel, une circularisation « *est sans effet sur la préservation des ressources non renouvelables si la croissance économique dépasse 1% par année* »²⁷ (Grosse, 2010, p. 13).

Finalement, dans le cadre économique mainstream actuel, « *l'efficacité et la circularité servent in fine à subordonner les flux de matière et la consommation d'énergie à un critère de rentabilité financière maximale* » (Arnsperger & Deibler, 2017, p. 25). Cela aboutit à des effets rebonds en cascade. Dans le cas de la production électrique par exemple, la production électrique mondiale via des énergies renouvelables est passée de 21600 TWh à 27520 TWh sur cette période, soit une hausse de 27%. La production via des fossiles est passée de 14700 TWh à 17000 TWh, une hausse de 16% (Ranalter, Adb El Aziz, Froning, & Reise, 2022). On génère donc toujours plus d'électricité via des fossiles. Il ne peut y avoir de baisse d'émissions...

Il est d'ailleurs passionnant de constater que dans l'analyse d'Athanassiadis (2022) de trois grands plans de circularité de grandes villes, l'économie circulaire y est vue comme une opportunité économique (nouvelle manière de créer de la croissance), voire comme manière de gérer les déchets (un technosolutionnisme), mais en aucun cas comme contrainte indépassable dans un monde entropique. Dans l'état actuel, l'économie circulaire n'est pas un outil adéquat pour relâcher les pressions anthropiques sur l'environnement à l'échelle planétaire.

²⁷ « *the current role of recycling is totally inconsequential for the preservation of resources as regards all non-renewable materials with a consumption growth rate by the economy greater than 1% per annum* »

1.4 Éléments de contexte concernant l'agriculture

Nous avons parcouru en longueur les multiples facteurs interreliés de l'empreinte de l'homme sur la planète. Cette partie entend se focaliser sur l'inscription du système agroalimentaire dans le cadre de la finitude de la planète. Elle est ainsi une brique fondamentale dans la circonscription des enjeux auxquels les indicateurs doivent faire face en général et dans le cas particulier de l'application au P2R²⁸ (sections 2.4.4, 3.2.5 et 4.2.2).

1.4.1 Un colosse portant atteinte à l'environnement

En adoptant le cadre des limites planétaires décrites dans la section 0, nous pouvons réaliser que la production agroalimentaire possède une influence directe sur nombre de limites planétaires :

- Changement climatique : Maréchal (2022), citant les chiffres de l'IPCC, rappelle qu'à l'échelle mondiale, le secteur de l'agriculture compte pour 23% des émissions globales de gaz à effet de serre, la majorité étant due aux émissions de méthanes des élevages intensifs bovins, de protoxyde d'azote à cause de l'utilisation massive d'engrais azotés et au changement d'usage des terres²⁹.
- Cycles du phosphore et de l'azote : L'extraction de phosphore minéral et l'utilisation d'engrais azotés de synthèse bouleversent les cycles naturels (Campbell et al., 2017, pp. 4-5). Ainsi, « *en Europe, les coûts environnementaux de l'utilisation d'engrais azotés ont été estimés supérieurs aux bénéfices de ces engrais pour les cultures* »³⁰ (Campbell et al., 2017, p. 4). Le drainage de quantités massives d'azote et de potassium entraîne également l'apparition de zone anoxyées dans les mers et les océans à cause de l'eutrophisation (Breitburg et al., 2018).
- Cycle de l'eau : L'agriculture répond de 70% des prélèvements d'eau douce à l'échelle mondiale (Campbell et al., 2017, p. 3).
- Destruction de la biodiversité : En plus des questions de l'uniformisation des paysages et de disparition des habitats -80% des 1,5 milliard d'hectares sont des monocultures homogènes (Altieri, 2022)—, les pratiques culturales sont responsables de la chute des populations d'insectes (Hallmann et al., 2017). Ceci est d'autant plus inquiétant que les insectes forment la base des chaînes trophiques, ayant un effet en cascade sur l'ensemble de celles-ci.
- Pollution chimique : L'utilisation de molécules de synthèse dans les pesticides participe grandement à la pollution irréversible des êtres vivants, que ce soit par la persistance des néonicotinoïdes (Chagnon et al., 2015) ou encore la présence de glyphosate dans les urines de 99% de la population française d'après l'étude de Grau *et al.* (2022).

²⁸ P2R : Panier à 2 Roues Bio, la coopérative maraîchère utilisée comme cas pratique dans le cadre de ce devoir

²⁹ C'est-à-dire principalement la déforestation.

³⁰ « The environmental costs of N losses in Europe have been estimated to outweigh the entire direct economic benefits of N in agriculture combined »

Or la synthétisation de la dynamique terrestre par le biais des limites planétaires ne prend pas en compte d'autres atteintes telles que l'intensification des événements climatiques extrêmes (voir Figure 15 pour les anomalies de température relevées en France en 2022), la perturbation du cycle de l'eau par la déforestation amazonienne, l'appauvrissement génétique des espèces cultivées (Altieri, Nicholls, Henao, & Lana, 2015, p. 873) ou encore la disponibilité spatiale et temporelle de l'eau douce comme le listent Arnsperger et Bourg (2017, pp. 122-124)

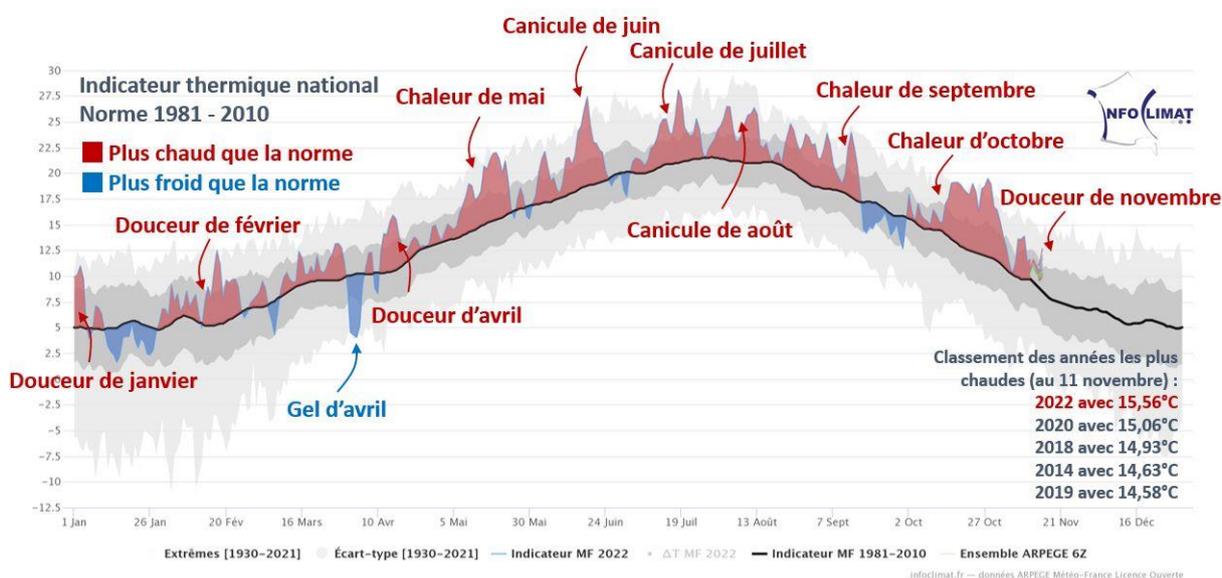


Figure 15 : Anomalies de température relevées en France sur l'année 2022 (infoclimat.fr)

1.4.2 Aux pieds d'argile face à l'entrée d'un nouveau régime climatique

Fragilité face à l'entrée dans l'Anthropocène

L'arrivée dans l'ère géologique de l'Anthropocène et le franchissement des limites planétaires entraîne une fragilisation croissante des systèmes agroalimentaires alors que les pratiques culturales, développées dans la stabilité de l'Holocène ces 10 000 dernières années (Valiorgue, 2020). Or l'agriculture est un cas très particulier des activités humaines étant donné sa dépendance directe aux conditions environnementales. On peut lister par exemple :

1. La dépendance au sol et à ses qualités. Ce substrat étant absolument fondamental à la fertilité (Altieri et al., 2015, pp. 779-781).
2. La dépendance très forte aux événements climatiques extrêmes. À ce propos, les anomalies thermiques de l'été 2022 en France (Figure 15) sont révélatrices du dérèglement climatique avec une succession de vagues de chaleur et des gelées tardives prenant en défaut le développement précoce des bourgeons dû aux douceurs du début d'année. Le GIEC rapporte par exemple une possible perte de 5% de rendement par degré de réchauffement (IPCC, 2022, p. 717).
3. La dépendance à l'irrigation est également un sujet qui se fait de plus en plus présent avec par exemple des actions de sabotage directes envers l'accaparement de l'eau par les mégabassines (Haziza, 2022).

4. La dépendance envers la disponibilité des engrais de synthèse riche en azote et phosphore dont l'approvisionnement est remis en question par la problématique du « *pic du phosphore* » par exemple (voir (Keller, 2018))
5. La dépendance à divers services écosystémiques fournis par la biodiversité, que ce soit pour la régulation de parasites ou, plus important encore, pour la pollinisation (R. Almond et al., 2020, pp. 90-91).

La fragilité du modèle agroindustriel s'exprime également dans une inscription sociale. D'un côté, la mécanisation effrénée et l'impossibilité de tirer un salaire de sa production agricole entraînent une perte de la quantité d'exploitations agricoles. Et comme l'insiste l'Atelier Paysan (2022) dans ses revendications, la mécanisation entraîne par « *dépendance de sentier* » (Valiorgue, 2020, p. 105) ou « *trajectoire technologique* » (Erkman, 1998, p. 103) également un appauvrissement des paysans par la course aux équipements imposée par la concurrence mondiale et la spéculation sur les denrées dans une *contre-productivité généralisée* illichienne (Damon, 2016). À l'autre bout de la chaîne de valeur, le consommateur se voit proposer des produits ultra-transformés et un régime alimentaire incompatible avec les limites planétaires (Willett et al., 2019).

Finalement, en adoptant une perspective métabolique, le taux de retour énergétique s'est effondré. Nous consommons aujourd'hui bien plus de calories fossiles – sept à dix fois plus que nous produisons de calories alimentaires, alors que le taux était de l'ordre de 2,4 calories alimentaire pour chaque calorie fossile dans les années 1940 (*Permaculture, la voie de l'Autonomie*, 2019).

1.5 Conclusion intermédiaire de notre diagnostic et problématisation

À la marge des discours simplistes à la mode, l'étude si partielle et incomplète que constitue le panorama dressé ci-dessus converge à montrer que :

- Les atteintes environnementales sont de natures multiples, que ce soit la dynamique du réchauffement climatique, l'effondrement de la biodiversité ou encore la déplétion des ressources fossiles et minérales.
- Les atteintes environnementales sont extrêmement variées par nature. La dynamique et les conséquences des émissions de gaz à effet de serre ont bien peu en commun par rapport aux notions de stock et flux de matériaux par exemple. Ils ne peuvent, par conséquent, être décrits et suivis par un unique indicateur.
- Les atteintes environnementales sont interconnectées, interdépendantes et fonctionnent en suivant une systémique complexe qui ne peut être exhaustivement explicitée.
- La conception métabolique en termes de matière et d'énergie combinée aux règles absolues de la thermodynamique (conservation matière et énergie & entropie) éclaire de façon opportune les dynamiques et les irréversibilités.

Face à ces constats, d'ailleurs peu partagés et vulgarisés auprès du grand public, les facteurs causaux le sont encore moins, que ce soit la compartimentation et le technosolutionnisme, l'économie marchande de croissance, l'orientation de la politique ou encore la dimension existentielle. Ainsi, si nous prenons l'exemple de l'économie circulaire, l'acceptation courante est la réduction de la linéarité du métabolisme économique actuel en omettant complètement le fait qu'une croissance métabolique de plus de 1% annule complètement les efforts consentis (Grosse, 2010). Ce que nous avons identifié comme

« causes » se trouvent être employées comme solutions aux atteintes environnementales. Nous nous complaisons de ce fait dans une optique de *durabilité faible* ; c'est-à-dire la conception de l'interchangeabilité fondamentale entre capital naturel, capital économique et capital social (Solow, 1995). Cela sous-entend que la perte de capital naturel peut être intégralement compensée par une augmentation des capitaux économiques et sociaux. Par exemple, la perte des insectes pollinisateurs (capital naturel) peut être remplacée par du capital économique comme des drones pollinisateurs (Demeure, 2018) et du capital social par pollinisation manuelle (« En manque d'abeilles, des agriculteurs chinois pollinisent les fleurs à la main », 2019).

Nous sommes donc face à une impasse. Faire plus de toujours la même chose ne permet pas de remédier aux atteintes environnementales. On ne résout pas un problème avec ce qui l'a engendré : nous devons « *changer de but* » (Raworth & Bury, 2018, p. 37-45), non seulement dans la dimension économique, mais plus largement en tant que société.

1.5.1 Problématique

Devant le constat de l'ampleur des dégradations causées par les activités humaines, de la remise en cause même de l'habitabilité de la Terre et de l'inadéquation de tentatives de remédiation de ces atteintes, sur quels critères juger de la soutenabilité d'activités humaines ?

Il se dégage alors cinq sous-questions de recherche (SQ) :

- SQ1. Dans quelle mesure l'écologie intégrale permet-elle de prendre en compte la multifactorialité des pressions anthropiques sur l'environnement ?
- SQ2. Dans quelle mesure la permacircularité s'inscrit-elle dans la perspective de l'écologie intégrale ?
- SQ3. Quels sont les indicateurs pertinents dans le cadre des trois niveaux de la permacircularité ?
- SQ4. Dans quelle mesure les outils d'évaluation de la durabilité déjà existants permettent-ils d'évaluer le niveau de permacircularité d'activités humaines ?
- SQ5. Dans quelle mesure les activités du P2R s'inscrivent-elles dans le cadre de la permacircularité ? Autrement dit, cette structure est-elle la préfiguration des fermes soutenables du futur ?

2 La proposition de l'écologie intégrale et de la permacircularité

2.1 Les dimensions de l'écologie intégrale

Comme le rappelle Steffen *et al.* (2015), le concept théorique des limites planétaires forme un panorama des pressions anthropiques sur l'environnement, mais « *il ne peut être utilisé en l'état pour choisir entre différentes trajectoires au sein de l'espace de fonctionnement sécurisé ou pour des changements plus radicaux de gouvernance globale* »³¹ (Steffen, Richardson, et al., 2015, p. 9). Aussi, face à ces multiples enjeux, les tenants de l'*écologie intégrale* entendent proposer des perspectives afin d'amener vers des modes de vie compatibles avec la capacité de charge de la planète. Les tenants de ce discours sont multiples, avec des sensibilités diverses comme le souligne Luyckx (2020) : « *l'écologie intégrale ne se situe pas en marge, comme une alternative à d'autres approches de l'écologie [...], mais désigne au contraire leur articulation dans un modèle global cohérent.* » (Luyckx, 2020, p. 77).

Luyckx (2020) a retenu quatre dimensions, permettant de caractériser l'ensemble de ces sensibilités de l'écologie intégrale. Elles sont résumées dans le Tableau 4 à la fin de cette section et sont développées ci-après.

La dimension « *intégrative* ». Comme nous l'avons souligné dans la première partie de ce mémoire (section 1.2.1), les dimensions de l'empreinte de l'humanité sur la planète sont multiples, interconnectées et interdépendantes. Appréhender la crise dans son intégralité devient donc une nécessité avec le besoin, « *à contre-courant de la fragmentation des savoirs [de] développer des modèles holistiques* » (Luyckx 2020, p. 77).

La dimension « *transmoderne* ». L'empreinte globale de l'Homme est une conséquence des moyens et des finalités de la production industrielle dans une société capitaliste consumériste en croissance (que nous avons décrits dans la section 1.2.2). Comme le rappellent Bourg et Papaux (Bourg & Papaux, 2015, p. 758), la pensée moderniste se distingue par une mise à distance globale de l'Homme vis-à-vis de son environnement, qui va de pair avec l'absolu de l'individualisme méthodologique de la théorie économique mainstream, ce que Luyckx (2020) rassemble sous l'appellation d'« *autonomie* ». L'auteur poursuit en rappelant les caractéristiques de la modernité que sont la dimension utilitariste du non-humain et la difficulté de valorisation de l'environnement en dehors de leur valorisation monétaire, la dimension androcentrique et le lien entre virilisme et atteintes à l'environnement (Bouazzouni, 2021) ou encore l'occidentalocentrisme et la dette carbone des pays industriels (Ritchie, 2019).

La dimension « *intègre* ». Face à la crise de sens généralisée décrite en section 1.2.4, il est important de « *développer des critères de discrimination pour éviter, tant que faire se peut, les diverses formes de 'verdissement' superficiels* » (Luyckx 2020, p. 78). Elle fait référence aux multiples exemples de greenwashing traduisant soit une insincérité dans l'engagement écologique, un déni de la situation ou une méconnaissance des enjeux. Ceci fait grandement écho aux analyses de Teulières & Carbou (2022) dans leur livre *Greenwashing*,

³¹ Traduction personnelle « it cannot readily be used to make choices between pathways for piecemeal maneuvering within the safe operating space or more radical shifts of global governance »

manuel pour dépolluer le débat public. Ils mettent ainsi en avant la manière dont le discours écologiste est en partie repris par les tenants de l'écologie mainstream et dès lors vidé de sa substance pour permettre un verrouillage du discours radical et la promotion d'un discours ne résolvant pas les problèmes. Pour eux, cela aboutit à un verrouillage puissant de la société, enfermé dans ce discours simpliste et clivant. On peut citer par exemple le cas d'une banque faisant la promotion de cartes de crédit en plastique recyclé (Desaunay, 2021) alors que le scope 1³² de ses activités ne constitue que l'infime partie de son empreinte carbone globale et que la grande majorité se situe dans son scope 3³³, sous la forme des émissions associées aux activités financées.

La dimension « *démocratique et pluraliste* ». La complexité des interrelations entre les différents éléments du système doit nous inviter à l'humilité et à l'épanouissement de l'intelligence collective. « *Lecture globale et vision holistique ne signifient effectivement pas négation de l'inexorable dimension tâtonnante et incomplète de toute approche, ni l'importance de reconnaître une pluralité de visions du monde.* » (Luyckx, 2020, p. 79). Nous devons ainsi sortir d'une forme « *d'aveuglement ou d'acharnement que Claude Levi-Strauss appelle la "monoculture" civilisationnelle. La monoculture est une idéologie qui provoque un appauvrissement minéral, génétique et culturel* » (Browaeys, 2019, p. 76). Cela impose de nouvelles contraintes sur les institutions démocratiques dont nous avons décrit les défauts dans la section 1.2.3 telles que la création d'une *chambre du futur* (D. Bourg et al., 2020, p. 57) permettant la prise en compte du temps long et des enjeux au-delà du mandat en cours.

³² Émissions directement liées aux activités internes.

³³ Émissions liées à l'approvisionnement, l'utilisation et la fin de vie.

2.2 La profondeur de l'écologie intégrale

Pour Luyckx, l'écologie intégrale repose également sur différentes strates « permettant de visualiser l'articulation et la complémentarité entre différentes dimensions de la crise, qui désignent autant d'interprétations sur les causes de celles-ci et, pour autant, sur les enjeux clés qu'elle recèle » (Luyckx, 2020, p. 7). Elles sont synthétisées dans le Tableau 2 ci-dessous et le schéma est reproduit par la Figure 16. Il est à noter que cette perspective de profondeur rappelle élégamment la représentation du modèle de l'Iceberg (Figure 10) évoqué dans la section 1.2. À chacune de ces strates sont associés un ou deux clivages que Luyckx appelle à dépasser.

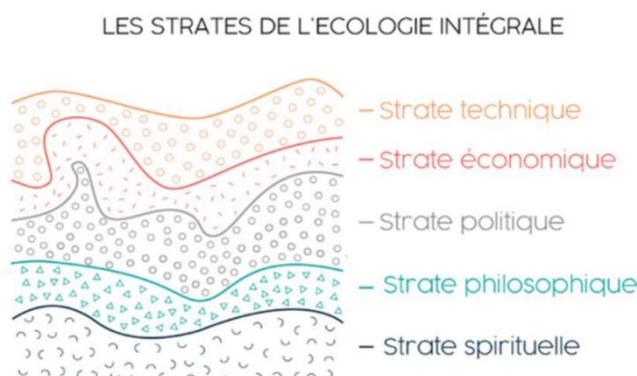


Figure 16 : Les strates de l'écologie intégrale (Luyckx, 2020)

Strates	Résumé	Clivages à dépasser
Technique	Utilisation consciente de la technique, en conscience de ses limites et impacts.	Ni technophile, ni technophobe
Économique	Mettre en place une économie neutre sur la question de la croissance dont le seul but est de soutenir la prospérité dans le respect des limites planétaires.	Au-delà de l'opposition croissance-décroissance
Politique	« la recherche d'une articulation harmonieuse entre un projet de société et les visions plurielles des individus qui la composent » (Luyckx, 2020, p. 10)	Ni libéral ni communautarien. Au-delà de la dichotomie gauche-droite. Ni strictement local ni strictement global.
Philosophique	Faire évoluer l'ontologie relative à la modernité. Repenser les liens humain / non-humain.	Dépasser l'opposition déliance-retour au lien. Dépasser l'opposition entre anthropocentrisme et bio-écocentrisme.
Spirituelle	Retrouver un sens profond au mode de vie actuel par un réenchantement du monde, par opposition au désenchantement du monde de Max Weber (Luyckx, 2020, p. 14)	Au-delà de l'opposition entre vision transcendante et immanente. Au-delà de l'opposition pluralisme-spiritualisme.

Tableau 2 : Les strates de l'écologie intégrale d'après Luyckx (2020)

On peut alors remarquer que cette perspective de profondeur dans le cadre de l'écologie intégrale permet effectivement d'agir en synergie plutôt qu'en concurrence et d'apporter toute l'épaisseur nécessaire à une considération holistique des enjeux environnementaux.

2.3 Éléments de réponse à la sous-question SQ1

Nous nous sommes interrogés dans la section 1.5.1 si *l'écologie intégrale permet de prendre en compte la multifactorialité des pressions anthropiques sur l'environnement ?* Nous pouvons maintenant mettre en parallèle notre diagnostic de la section 1 et ses quatre points saillants identifiés section 1.2 (Technosolutionnisme et pensée en silo / Modèle économique croissanciste / Projet politique / Crise de sens) avec la caractérisation de l'écologie intégrale telle que définie par Luyckx (2020).

Ce parallèle est résumé dans le Tableau 3 ci-dessous qui met en avant l'adéquation de l'écologie intégrale face aux quatre caractéristiques du diagnostic posé dans la section 1.

Caractéristiques du diagnostic section 1.2	Réponse par les dimensions de l'écologie intégrale selon Luyckx (2020)	Réponse par la profondeur de l'écologie intégrale selon Luyckx (2020)
Technosolutionnisme et pensée en silo Primauté de la réponse par la technique. Segmentation en problèmes simples	Dimension intégrative Développer une vision holistique des multiples dimensions de l'empreinte de l'homme Dimension transmoderne Dépasser la dimension utilitariste du non-humain, la dimension androcentrique et l'occidentalocentrisme	Strate technique Besoin de développement et de renoncement de techniques en conscience
Modèle économique croissanciste Poursuite de la croissance et du profit à tout prix	Dimension intègre Remise en cause de la place de l'économie marchande et de la poursuite du profit à tout prix.	Strate économique Remise en cause de la croissance à tout prix.
Projet politique Soumis à la sphère économique et sans projets à long terme	Dimension démocratique et pluraliste Reconnaître la pluralité des visions du monde et permettre leur développement	Strate politique Projet politique limité par les contraintes biogéophysiques et articulé sur le temps long
Crise de sens Superficialité de l'existence dans les sociétés capitalistes marchandes	Dimension intègre Besoin d'agir de manière sincère et efficace. Besoin de casser le « aquoibonisme »	Strate philosophique et spirituelle Proposer une nouvelle ontologie entre humain et non-humain Redonner un sens profond au mode de vie actuel

Tableau 3: Couverture du diagnostic par l'écologie intégrale selon Luyckx (2020)

On remarque alors comment les dimensions et la profondeur de l'écologie intégrale d'après Luyckx (2020) permettent d'adresser les quatre caractéristiques du diagnostic effectué dans la première partie de ce travail.

2.4 La permacircularité

Ce concept a été développé dans le livre d'Arnsperger et Bourg (2017) intitulé *Écologie Intégrale : Pour une société permacirculaire*. Nous allons en décrire ses objectifs dans la section 2.4.1 et les sous-sections associées. Il est néanmoins noté qu'Arnsperger et Bourg ne se réclament pas eux-mêmes de l'écologie intégrale contrairement à ce que pourrait laisser entendre le titre de leur ouvrage. Nous allons donc, par le biais de la sous-question de recherche 2 (section 2.4.2), nous attacher à en expliciter l'éventuelle inscription dans ce que Luyckx (2020) a caractérisé comme étant l'écologie intégrale (et que nous avons résumée dans les sections 2.1 et 2.2). Nous mettrons finalement en avant les liens entre permacircularité et permaculture (section 2.4.3 et sous-sections associées), dont les outils et la portée pratique seront des auxiliaires utiles dans la mise en place d'une mesure de la permacircularité.

2.4.1 Les objectifs de la permacircularité

2.4.1.1 Réinscrire les activités humaines dans les limites planétaires

Le but de ce concept peut être énoncé simplement : il s'agit de réinscrire les activités humaines dans les limites planétaires (dont la description a été donnée en section 0) et d'en assurer le « *non-dépassement obligatoire* » (Arnsperger, 2018, p. 45).

Le nom de permacircularité provient de la contraction entre permanence, qui évoque le fait que les activités humaines doivent viser la durabilité pour le temps long et circularité, qui évoque le fait que les flux soutenant les activités humaines sont aujourd'hui principalement linéaires. Le *Circularity Gap Report 2020* (de Wit, Hoogzaad, & von Daniels, 2020) évalue par le biais d'une analyse des flux matériels que sur un total de 100.6 Gt, seulement 8.6 Gt provient de ressources recyclées à l'échelle planétaire. Le présupposé de la permacircularité est l'acceptation des limites inhérentes à « *cette 'enveloppe biosphérique' fermée et non négociable, gardée inchangée pour tout le reste de l'histoire de l'habitation humaine sur la Terre* » (Arnsperger & Bourg, 2017, p. 35).

Pour autant, la société permacirculaire reconnaît la nécessaire diversité des points de vue et la possibilité de « *Choisir librement des modes de vie sobres au sein d'une économie permacirculaire, et se laisser pour cela guider par l'impératif d'une empreinte écologique égale à 1 : voilà, sans ambages, la maxime devant s'appliquer à tout choix d'une façon de vivre — façon de produire, de travailler, d'innover, de consommer ou d'investir — dans un processus cybernétique de démocratie écologique* ». (Arnsperger et Bourg, 2017, p. 43). Cela rejoint la notion d'« *empreinte écologique maximale autorisée (EEMA)* » (Arnsperger, 2018, p. 46).

2.4.1.2 Pilotage et trajectoire

En partant d'une empreinte environnementale excédant les capacités de production/absorption biosphériques, l'enjeu est donc une question de trajectoire et de pilotage d'une sobriété choisie à grande échelle par le « *renoncement à des besoins imaginaires* » (Arnsperger & Deibler, 2017, p. 25). Cette grande mécanique marchande est en effet déconnectée des besoins humains réels, alimentant une course à l'accumulation infinie.

Cela fait écho au *paradoxe d'Esterlin*, qui montre qu'au-delà d'un certain revenu, la satisfaction personnelle n'augmente plus (Kahneman et al., 2006).

La permacircularité s'appuie donc sur le processus de *contraction et de convergence* (C&C) (Arnsperger & Deibler, 2017, p. 22). Ce concept a été développé par le Global Common Institute, mis sur la table des COP2 et COP3 en 1996-1997 et formalisé dans le livre d'Aubrey Meyer (2008). Il se base sur le constat que « *toutes les nations ont un droit d'émission de gaz à effet de serre égal* »³⁴ (Meyer, 2006, p. 33) alors que « *la répartition inégale des ressources entre les pays matériellement riches et matériellement pauvres amplifie les multiples effets négatifs du changement climatique* »³⁵ (Stott, 2012, p. 1). Il s'articule suivant deux axes.

Un processus de *contraction*, c'est-à-dire un respect des *budgets* inaliénables que sont les limites planétaires. La nécessité de diminuer concerne *en premier lieu* les plus gros émetteurs³⁶ qui doivent ainsi planifier une descente rapide de leur impact jusqu'à atteindre une empreinte globale compatible avec la capacité de charge de la planète. Ceci est d'autant plus justifié lorsque l'on considère que ceux qui ont le plus contribué historiquement aux émissions de gaz à effet de serre sont les riches pays du Nord industrialisés, qui devraient ainsi avoir le devoir moral de montrer le chemin (Ritchie, 2019).

Un processus de *convergence*, c'est-à-dire la matérialisation du concept de justice dans l'impact de l'humanité sur l'environnement. Finalement, chaque personne a le même droit à polluer. « *Cette quantité de carbone calculée (le budget carbone global) fournit une unité de grandeur physique de laquelle peut être dérivé un droit à polluer décliné individuellement pour chaque adulte* »³⁷ (Stott, 2012, p. 2). On peut noter que suivant la manière dont les coupons carbone sont distribués, cela peut être un moyen politique de resserrement des inégalités économiques. Ainsi Stott propose que « *les consommateurs les moins importants (généralement pauvres) [aient] des bons carbones à vendre aux plus consommateurs (généralement les plus riches). Les forces du marché travaillent ainsi pour les pauvres tout en réduisant les émissions de GES au global.* »³⁸ (2012, p. 2). Le sujet du rationnement et de sa mise en place mériterait à lui seul un développement plus poussé, mais l'on peut néanmoins souligner qu'à rebours du discours souvent soutenu de la limitation comme négation de la liberté personnelle peut s'opposer l'idée d'un rationnement convivial : « *en matière d'équité, le rationnement constitue une ressource indéniable pour une société qui chercherait à organiser la répartition politique et économique de la contrainte énergétique.* » (Szuba, 2017, p. 118) ; convivial, car l'homme contrôle l'outil (Illich, 2014). C'est ce qu'Arnsperger & Bourg (2017, p. 43) traduiraient par « *droit de tirage* ».

³⁴ Traduction personnelle « all nations have an equal right to emit greenhouse gases »

³⁵ Traduction personnelle « The unequal distribution of resources between the materially rich and the materially poor amplifies the multiple adverse effects of climate change »

³⁶ On note par ailleurs la focalisation du C&C sur les émissions de gaz à effet de serre alors que l'ensemble des limites planétaires doivent être considérées (voir section 1). Il s'agirait par conséquent, dans le cadre de la permacircularité, d'en considérer une acceptation élargie à l'ensemble des limites planétaires.

³⁷ Traduction personnelle « This calculated amount of carbon (the global carbon budget) provides the quantum from which an inclusive, global, equal rights per capita entitlement of carbon is derived; an entitlement that will go to each adult »

³⁸ Traduction personnelle « Under-consumers (generally the poor) will have coupons to sell to over-consumers (generally the rich). Market forces will work for the poor as well as to reduce carbon emissions; a key feature of the scheme. »

Au terme du processus de convergence, toutes les courbes d'émission de la Figure 17 seront donc superposées, à un niveau biogéochimiquement acceptable (c'est-à-dire dans les limites planétaires exprimées dans la section 1.1).

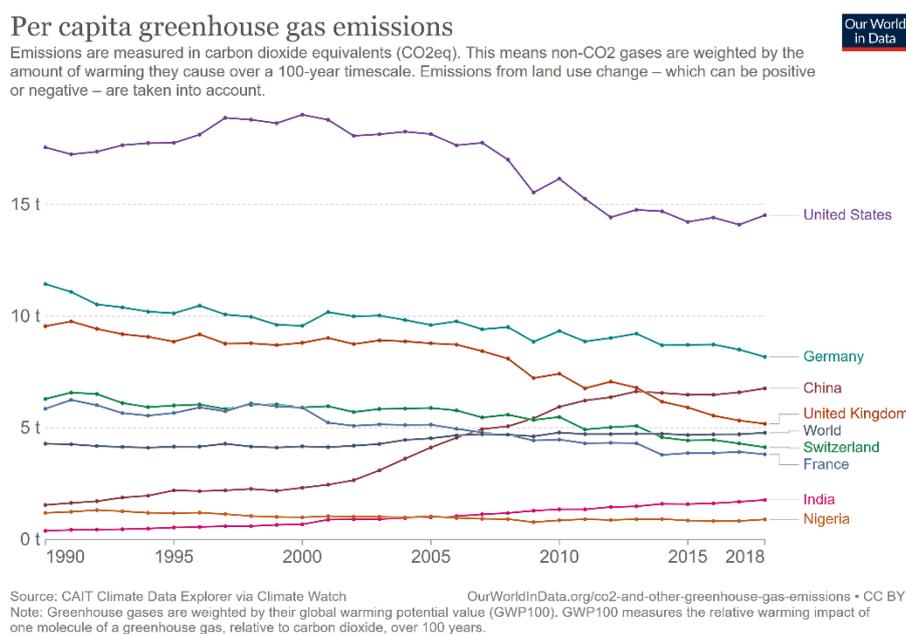


Figure 17 : Émissions de gaz à effet de serre par habitant et par pays (Our World in Data, 2022b)

2.4.1.3 Prise en compte « intégrale » de l'ensemble des causes

La permacircularité repose sur une vision décomposée en 3 niveaux distincts. « Distinguer ces trois niveaux permet de ne pas perdre de vue les complexités systémiques d'une authentique permacircularité » (Arnsperger & Bourg, 2016, p. 120)

Le premier niveau (-1) est un niveau *micro* des activités humaines. Il se matérialise à l'échelle de l'individu, de l'entreprise, du processus industriel et se focalise sur deux variables clés : l'efficacité et la circularité. C'est le niveau auquel agit traditionnellement l'écologie industrielle ou encore l'économie circulaire. L'efficacité entend diminuer l'empreinte énergétique et matérielle de chaque produit ou service. En optimisant les processus industriels, les chaînes logistiques ou les impacts liés à l'utilisation, il est ainsi possible d'en réduire les impacts. La circularité, quant à elle, peut s'appuyer sur le travail de la *Ellen MacArthur Foundation* dont les limites ont été explicitées dans la section 1.3. Ces outils de mesure (les analyses de cycle de vie, les analyses de flux de matière et autres indicateurs explicités ultérieurement dans la section 3.2.4) sont précieux et utiles à l'objectivation des impacts des activités humaines. Arnsperger et Deibler reconnaissent que « l'efficacité et la circularité sont indispensables » (2017, p. 21), mais ils soulignent qu'« aucune combinaison des deux ne sera suffisante tant que nous resterons dans une économie circulaire orientée vers une croissance sans limites » (2017, p. 21). C'est alors qu'entre en jeu le niveau suivant.

Le second niveau (0), *méso*, prend à bras le corps les constatations faites par François Grosse (2010), au sujet de l'inadéquation de l'économie circulaire dans une économie en croissance illimitée (par ailleurs évoquée dans la section 1.3). La permacircularité propose :

- une économie *authentiquement* circulaire qui repose sur le bouclage des flux
et
- une diminution maîtrisée pour se réinscrire dans les limites planétaires
et
- un biosourçage des matières premières utilisées par l'économie. Ces trois axes sont indissociables et doivent être réalisés de concert afin d'éviter tout effet rebond.

Elle vise également à mettre en œuvre une économie « des « 5 R » (*Réduire, Réparer, Réutiliser, Refabriquer et Recycler*) » (D. Bourg, 2018, p. 32). Si réparer, réutiliser, refabriquer et recycler s'inscrivent dans la droite ligne de l'économie circulaire, la dimension réduire, en premier dans la liste vise à réenchâsser³⁹ l'économie dans l'ensemble des limites planétaires. En ce sens, dans la période de transition de l'état actuel vers l'économie compatible avec la finitude des ressources, son volume devra globalement décroître. Cette décroissance n'est pas un objectif d'orientation de l'économie *per se*, mais une résultante des contraintes biogéochimiques planétaires. L'économie authentiquement circulaire « *est donc décroissante, mais ne brandit pas l'étendard de la décroissance comme nouveau projet de société. Un tel étendard ne peut la définir qu'en creux.* » (Luyckx, 2020, p. 86).

Cette économie doit en outre se baser sur des matières premières biosourcées afin de diminuer le prélèvement des ressources non renouvelables. « *Nous [pourrions-nous] adapter intelligemment aux nouvelles matières vivantes disponibles, pour en sortir les ingrédients de valeur: éthanol à partir des sucres, polymères à partir des huiles, carburants produits par les levures...* » (D. Browaeys, 2018, p. 259). Néanmoins comme le tempère Dominique Bourg (2018, p. 33), la quantité du prélèvement, le respect du temps de régénération (D. Browaeys, 2018, p. 61) et le mode de production (issus de l'agroécologie) sont des données primordiales afin de ne pas créer de dommages supplémentaires. Il faut rappeler la pression exercée actuellement, avec « *les deux tiers des terres cultivées nécessaires pour satisfaire la consommation de biomasse agricole non alimentaire de l'UE, dont les aliments pour les animaux d'élevage, sont situés dans d'autres régions du monde, en particulier en Chine, aux États-Unis et en Indonésie, ce qui entraîne des impacts potentiels sur des écosystèmes éloignés* » d'après Duru *et al.* (2021, p. 3). Il faut également prendre en compte la question de la concurrence sur l'usage des terres à l'heure où, en plus de la production alimentaire humaine et animale, l'agriculture est également vue comme potentiel moyen de production énergétique par le biais de la production de biométhane ou d'agrocarburants (Duru *et al.*, 2021, p. 8). À la vue de ces contraintes, la substitution renouvelable / non renouvelable ne pourra donc se faire un pour un. Il nous faut donc envisager un changement plus profond sur la manière dont nous faisons société, objet du niveau supérieur.

³⁹ Pour utiliser un vocable de Polanyi

Le troisième et dernier niveau (+1) est le niveau *macro*. Ce n'est pas seulement l'économie qui doit devenir *authentiquement* circulaire, mais bien l'ensemble de la société qui doit accéder à la notion de permanence induite par le terme de permacircularité. Cela appelle à un changement très large, passant du rôle de l'état et de la démocratie, de la mise en avant d'une sobriété choisie pour déboucher, finalement, sur une nouvelle civilisation.

Le rôle de l'État

Nous nous sommes attardés sur la définition d'une économie authentiquement circulaire et l'on peut entrevoir que la faire émerger nécessite un encadrement politique avec une prise de décision démocratique. Si ce mémoire ne place pas l'État au centre des réflexions, il nous semble opportun de développer brièvement ce que pourrait être l'action d'un État permacirculaire. Rob Hopkins (2020, p. 29) aboutit en effet à un constat sans appel : nous assistons à un réel échec de l'imagination dans la société actuelle. Cette incapacité se révèle être un véritable handicap quant à la capacité de se projeter et de visualiser les formes que pourrait prendre un futur souhaitable. La développer au contraire permet de penser hors cadres préconçus. On s'appuie ci-après sur les 35 propositions formulées par Bourg *et al.* (2020), on peut retenir les grandes caractéristiques suivantes :

- L'État doit arriver à dépasser le courttermisme inhérent aux échéances électorales successives. Cette instantanéité devenant prépondérante sur le projet de société à mener, il est impossible pour les instances dirigeantes de raisonner au-delà de quelques années. La proposition de Bourg (2017) d'instaurer une « *chambre du temps long* » chargée de mettre en avant les enjeux des limites planétaires, comme troisième organe entre l'Assemblée nationale et le Sénat⁴⁰ semble alors particulièrement judicieuse. Le jeu des partis favorise d'ailleurs la polarisation des débats, l'enfermement dans les postures de principe, la négation du niveau de dégradation avancé de notre environnement ainsi que sa nécessité impérieuse pour supporter les activités humaines.
- La question du mode de prise de décision s'impose alors. Le moyen le plus courant actuellement est celui du scrutin majoritaire (uninominal ou plurinominal), mais cela induit nombre d'effets pervers tels qu'une polarisation tranchée et la victoire de votes de rejet. Blanc ou noir, bien ou mal, il n'y a pas de place pour la nuance. D'autres modes existent (Sintomer, 2017), tels que le vote par notation pour tenter de dépasser les antagonismes de principe et tenter de mieux représenter la volonté du peuple.
- Enfin, l'État devrait permettre d'accompagner les changements individuels et favoriser l'innovation et l'entreprise « *en vue du bien commun — à condition de donner aux verbes 'innover' et 'entreprendre' une signification suffisamment large incluant l'innovation humaine et culturelle ou l'entrepreneuriat de citoyens en vue d'objectifs non marchands, et à condition de reconnaître que les conceptions du bien commun sont plurielles dans une démocratie.* » (Arnsperger & Bourg, 2017, p. 41). L'un des outils remarquables pouvant en être le Revenu de Transition

40 Le livre s'inscrivant dans une perspective institutionnelle française, mais le principe est applicable bien au-delà de l'hexagone.

Écologique (RTE), un revenu universel « *en contrepartie d'activités orientées vers l'écologie et le lien social* » (Swaton, 2020). Cet outil permet alors de valoriser, voire de créer « *des emplois dont la rémunération par le marché est souvent bien inférieure à leur valeur réelle* » (D. Bourg et al., 2020, p. 43).

Société de la sobriété et éco-catallaxie

Les auteurs de la permacircularité envisagent donc l'État comme étant le cadre dans lequel peut fleurir une multitude de modes de vie tant qu'ils respectent l'impératif des limites planétaires. À cet effet, Christian Arnsperger propose de réactualiser ce que Hayek a appelé *catallaxie* : « *une manière d'organiser la dynamique socio-économique qui combine l'institution de règles constitutionnelles et le « bricolage » adaptatif complexe des individus par l'expérimentation au sein de ces règles* » (Arnsperger, 2018, p. 48), en une *éco-catallaxie*, ne se limitant pas au champ de vision étriqué de l'économie néoclassique, mais intégrant la nécessité et l'ampleur des enjeux écologiques. Trois grandes perspectives sont ainsi entrevues par l'auteur (Arnsperger, 2018, p. 47) : « *les options « capitalisme vert* », « *économie sociale et solidaire (ESS)* » et « *expérimentation socioécologique radicale* »

La perspective du *capitalisme vert* propose une vision du monde dans la continuité de celle du monde actuel dont nous avons décrit les défauts et limites dans la section 1.2 et sous sections associées. En maintenant un cadre capitaliste marchant et en se reposant sur une circularisation des matériaux et énergies, cette perspective est appelée à s'éteindre devant son incapacité intrinsèque à se conformer aux limitations imposées par les limites planétaires (développés dans la première section de ce mémoire) et les objectifs toujours plus exigeants de la contraction et de la convergence.

Alternative au capitalisme vert, *l'ESS* possède des caractéristiques intéressantes. Comme le souligne Sophie Swaton dans le Dictionnaire de la pensée écologique (D. Bourg & Papaux, 2015, pp. 364-366), *l'ESS* ne s'est pas construite sur des enjeux environnementaux, mais présente de nombreuses caractéristiques permettant une prise en compte adéquate des enjeux environnementaux. Nous retiendrons comme définition de *l'ESS* celle du Réseau de *l'ESS* genevois APRES-GE (2021), « *l'économie sociale et solidaire regroupe une multitude d'acteurs économiques partageant des valeurs communes qui s'engagent concrètement pour la transition écologique et sociale. Leur but commun est de maximiser leur impact positif sur la société* ». S'appuyant sur sept principes coopératifs⁴¹ (Holcman et al., 2015, pp. 12-14), *l'ESS* met en avant la volonté de collaboration plus que de compétition, celle de participation, de démocratie ou encore d'autonomie. Ce sont des modes de fonctionnement tout à fait compatibles avec la création d'une société vivant dans les limites de sa planète. En visant à subordonner les activités économiques à son utilité pour la société (*l'économie* comme un moyen et non comme une fin), *l'ESS* représente une voie cohérente et pertinente entre tout marché capitaliste et tout État.

Finalement, la trajectoire des *expérimentateurs radicaux*, qui cherchent à s'adapter plus rapidement et plus radicalement aux contraintes environnementales, expérimentant de

⁴¹ 1/ L'adhésion volontaire et ouverte à tous ; 2/ Le pouvoir démocratique exercé par les membres ; 3/ La participation économique des membres ; 4/ L'autonomie et l'indépendance ; 5/ L'éducation, la formation et l'information ; 6/ La coopération entre les coopératives ; 7/ L'engagement envers la communauté.

nouvelles manières de vivre plus collectives, low-tech (Bournigal, 2022), inscrivant la régénération au sein de leurs activités. Ils participent à la création de nouveaux récits chers à Rob Hopkins (2020) en défrichant des voies jusqu'alors jugées impossibles ou non souhaitables.

L'enjeu principal est en tout cas celui de la sobriété. Alors que ce terme est raillé par les tenants d'un capitalisme vert (Le Monde avec AFP, 2020), Arnsperger et Bourg rappellent que « *le lien entre sobriété et authenticité est central. C'est lui qui, en premier lieu, permet de faire le départ entre la sobriété volontaire et la misère involontaire, donc entre la fécondité d'une autolimitation choisie et la stérilité d'une 'hétéro-limitation' subie.* » (Arnsperger & Bourg, 2017, p. 109). Cela appelle donc un basculement plus profond, d'un ordre civilisationnel.

Vers une civilisation de la régénération

Face aux dévastations causées par les activités humaines au sein de la civilisation thermo-industrielle, ce sont les aspirations humaines qui doivent fondamentalement se matérialiser d'une manière différente.

Le récit de la supériorité du marché sur tout le reste repose sur un providentialisme hérité de la vision des sociétés d'Adam Smith et du présupposé qu'il faut en premier lieu poursuivre son propre intérêt, les forces d'ordonnement du marché faisant le reste grâce à la « *main invisible du marché* ». Néanmoins, comme le soulignent Arnsperger et Bourg, le problème est que « *les individus trouvent le sens de leur existence dans la double spirale innovation-consommation* » (2017, p. 96). Cette aspiration se trouve donc mal orientée.

La permacircularité est la proposition d'une expérimentation *in-vivo* dans laquelle la « *volonté culturelle de concilier sobriété et innovation* » (Arnsperger & Bourg, 2016, p. 122) conjugée à la "[maintenance] et [la conservation] des socles de compétences et de savoir-faire » (Arnsperger & Bourg, 2016, p. 122) permettent « *de s'assurer que la permacircularité n'est pas vécue comme une frustration ou une limitation abusive* » (Arnsperger & Bourg, 2016, p. 122), tout en ne niant pas que « *la bascule vers la 'civilisation de la régénération' [est comparable] à la révolution copernicienne [car] il n'est plus question de miser sur des parties séparées, d'imaginer des compensations après les dégâts [mais de porter] notre attention sur les flux, les dynamiques complètes et l'anticipation des effets* » (Fullerton (2015) dans D. Browaey, 2018, p. 171).

Grégory Quenet note bien que cela demanderait une remise en cause des « *modalités de l'échange et des circulations entre humains et non-humains, en cessant de limiter les collectifs à la seule sphère sociale, ainsi qu'y invite Philippe Descola. Alors que la vision anthropocentrée et néoclassique des ressources a longtemps nié le concours de la nature à la production de richesses, Piero Bevilacqua a proposé de prendre en compte la productivité propre de la nature en la considérant comme un partenaire coopérant et actif, et donc d'aborder le social par les flux de matière et d'énergie. Dans cette histoire des échanges entre la force créatrice de la nature et la force transformatrice de l'homme* » (2017, p. 297)

2.4.2 Éléments de réponse à la sous-question SQ2

Nous nous sommes interrogés dans la section 1.5.1 *« dans quelle mesure la permacircularité s’inscrit-elle dans la perspective de l’écologie intégrale ? »*

Il se trouve que Luyckx a évoqué brièvement la permacircularité comme faisant partie de ce qu’il appelle une « *approche républicaine de l’écologie intégrale* » (Luyckx, 2020, p. 79), sans donner plus de détails sur cette catégorisation. Le Tableau 4 ci-dessous présente la manière dont la permacircularité s’inscrit dans les quatre dimensions de l’écologie intégrale mises en avant par Luyckx.

Dimensions	Résumé
Intégrative	La permacircularité entend embrasser l’étendue complète des atteintes environnementales de l’homme. Elle se veut holistique et systémique, cherchant à expliciter les liens entre les parties tout en reconnaissant que son explicitation exhaustive est impossible.
Transmoderne	La perspective d’une société de la régénération remet en cause la modernité « <i>caractérisée par une sorte d’extraction de l’homme, de son organisation sociale, de ses fins, de la nature</i> » (Bourg & Papaux, 2015, p. 758). C’est une société dont les flux de matière et d’énergie sont d’origine renouvelable et compatibles avec le taux de renouvellement de ces ressources.
Intègre	La structuration en 3 niveaux entend s’assurer que le problème ne se déplace pas en dehors du cadre d’étude par le biais d’un effet rebond ou du déplacement des atteintes en dehors du système considéré.
Démocratique et pluraliste	La permacircularité entend permettre l’émergence d’une <i>éco-catallaxie</i> , un ensemble de perspectives s’étalant du <i>capitalisme vert</i> (amené à disparaître face aux limites planétaires) à l’ <i>expérimentation socioécologique radicale</i> en passant par l’ <i>économie sociale et solidaire</i> . La permacircularité entend donc laisser émerger les formes démocratiques et spirituelles adaptées aux différents contextes locaux tout en les laissant cohabiter.

Tableau 4 : Les dimensions de l’écologie intégrale d’après Luyckx (2020) couvertes par la permacircularité.

Il apparait clairement que la permacircularité, par une approche à la fois globale (intégrant l’intégralité des atteintes environnementales et sociales) et radicale (en agissant à la racine), s’inscrit pleinement dans l’ensemble des dimensions de l’écologie intégrale. Nous pouvons donc affirmer que la permacircularité entre bien dans le cadre de l’écologie intégrale telle que définie par Luyckx (2020).

2.4.3 Quels liens avec la permaculture ?

Le concept de permacircularité et celui de permaculture partagent le même préfixe *perma-* (venant de permanent). Ceci n'est pas un hasard et il semble donc opportun d'en éclairer les liens.

2.4.3.1 Une définition de la permaculture

La permaculture a été développée par David Holmgren et Bill Mollison comme une réponse pragmatique pour faire face au double défi du changement climatique et de la finitude des approvisionnements énergétiques. On pourrait qualifier leur approche de résolument lucide (n'hésitant pas à énoncer les enjeux) et de fondamentalement pragmatique (essayant de proposer des outils pratiques notamment dans l'ouvrage de Holmgren (2002) *Permaculture: principes & pathways beyond sustainability*) par la combinaison habile de données scientifiques, des savoirs indigènes du peuple aborigène et d'observations personnelles.

Comme l'a synthétisé Steve Read (2018, p. 17), la proposition de la permaculture s'est construite sur les travaux de Fukuoka et son *agriculture naturelle*, Yeomans et son *principe de keyline* et Odum, un des pionniers de l'analyse des écosystèmes. Le premier livre de Holmgren et Mollison (1978) s'inscrit pleinement d'ailleurs pleinement dans le sillage des chocs pétroliers (1973 et 1978-1981) et du Rapport Meadows⁴² (Donella Hager Meadows, Meadows, Randers, & Behrens, 1972). Telle que définie dans le Dictionnaire de la Pensée Écologique (D. Bourg & Papaux, 2015, p. 759-762), la permaculture entend non seulement être pourvoyeuse de solutions agroécologiques intensives en travail en optimisant l'ensemble des cycles (eau, carbone, captation de l'énergie solaire, etc.) ; mais également apporter une approche holistique et systémique de la place de l'homme dans son milieu en considérant la maxime suivante : « *Prendre soin de la terre, de l'humain et partager équitablement* » (Holmgren, 2002 cité par D. Bourg & Papaux, 2015).

Provenant de la contraction des mots agriculture et permanente, la définition qu'ils en font à ses débuts est celle d'un « *système évolutif intégré, d'autoperpétuation d'espèces végétales et animales utiles à l'homme* » (Mollison & Holmgren, 2021, p.13). Finalement, on pourrait dire que la permaculture est *faire beaucoup avec peu*.

Afin de mettre en application leurs idées. Holmgren et Mollison s'appuient sur des allers-retours incessants entre des principes éthiques et des principes de design concrets.

Des principes éthiques

Les piliers éthiques se présentent sous la forme de trois piliers :

Prendre soin des Hommes / Prendre soin de la Nature / Se limiter et distribuer les surplus

(Breuzard, 2021, p. 55)

Prendre soin des Hommes s'entend comme la préoccupation du bien-être fondamental de l'humanité, qu'il soit matériel ou spirituel. *Prendre soin de la nature* reconnaît l'extrême dépendance de l'Homme par rapport à son environnement. Ainsi est-il une nécessité impérieuse que de considérer les besoins des non-humains. Finalement, le pilier *se limiter et*

⁴² Qui adopte une perspective systémique en modélisant ce que pourraient être les limites à la croissance

distribuer les surplus reconnaît la finitude de la planète et ses ressources et la nécessité de prévenir l'accaparement individuel. Le partage entre pairs, entre humains et non humains, est alors nécessaire afin de chacun pouvoir prospérer. Ils impriment ainsi une « *une philosophie environnementale qui n'a pas honte d'être centrée sur l'homme, et qui place [...] nos besoins et aspirations au centre de nos préoccupations, car nous avons le pouvoir et l'intelligence nécessaires pour influencer sur notre propre situation* » (Holmgren, 2014, p. 73). En fin de compte, cela revient, comme le décrit bien Read (2018, p. 25), d'agir avec une éthique de la vie, qui préserve toute la vie.

Des principes d'action et de conception

En complément de ces principes éthiques devant cadrer les intentions de l'action humaine, Holmgren et Mollison proposent 12 principes de design, comme autant de repères aidant à orienter la décision et la conception de systèmes viables et durables. Étant donné l'orientation de ce mémoire, l'interprétation de Stéphane Breuzard dans son livre *Permaentreprise* (2021) et proposée ci-après. Elle aide ainsi à mieux cerner les caractéristiques de la démarche permaculturelle dans le cadre de l'entreprise.

	Principes de la permaculture (B. Mollison, 1993)	Principes de design de la permaentreprise (Breuzard, 2021)
1	Observer et interagir	Démarrer par une observation et la compréhension des interrelations
2	Économiser et régénérer les ressources non renouvelables	Être économe et régénératif des énergies et des ressources
3	Obtenir une production	Produire de manière à la fois sobre et efficace
4	Appliquer l'autorégulation et accepter la rétroaction	Être capable de s'autoréguler
5	Utiliser les énergies et les ressources renouvelables	Privilégier des ressources renouvelables
6	Ne produire aucun déchet	Ne pas produire de déchets
7	La conception, des motifs aux détails	Avoir de l'entreprise une vision globale
8	Intégrer au lieu de séparer	Nourrir les relations de coopération
9	Utiliser des solutions lentes à petite échelle	Prototyper et expérimenter
10	Se servir de la diversité et la valoriser	Valoriser la diversité
11	Utiliser les bordures et valoriser les marges	S'ouvrir et se nourrir de l'extérieur
12	Face au changement, cultiver l'inventivité	Se réinventer en permanence

Tableau 5: Principes de design de la permaculture et leur adaptation à l'entreprise

2.4.3.2 Quelques caractéristiques de la permaculture

Systemique et valeur des liens

Une des forces de la permaculture est sa capacité à appréhender l'intrinsèque complexité des situations. C'est ainsi qu'il est nécessaire d'observer avant d'interagir tout en expérimentant les réactions à une impulsion donnée. Cette perspective systémique est donc complètement à contre-courant du réductionnisme et de la pensée en silo en vigueur dans les sociétés occidentales. Elle fait d'ailleurs le lien entre méthodologie scientifique et savoirs indigènes, les savoirs autochtones étant une des sources de la permaculture. Lorsque l'on écoute la maîtrise du feu par ces peuples premiers, on se rend compte de la complexité et de leur connexion (leur sens de l'observation) avec leur environnement (Anquetil, 2020). Cette intensité en information permet de minimiser les actions humaines et donc les pertes d'énergie comme le rappelle Emmanuel Delannoy dans son ouvrage *Permaéconomie* (2016, p. 27).

Contextualisation

Comme le montrent les principes éthiques et les principes de conceptions qui ne sont pas fermés et sont interprétables, la permaculture valorise une contextualisation des actions entreprises. En fonction des sensibilités personnelles, de la culture ou encore des contraintes physiques du lieu considéré, le design permaculturel prendra autant de formes différentes qu'il y a de contextes différents. Cela permet également la création de tout un écosystème de réponses participant elles-mêmes à une forme de résilience face aux incertitudes climatiques.

Transposabilité

Si la permaculture est surtout connue comme méthode de conception d'aires de production agricole, l'ouverture des principes éthiques et des principes de design en font une méthode adaptée à de nombreux cadres tant qu'il y est question de durabilité forte. Il peut être ainsi question de prospection de scénarios de descente globaux (Holmgren, 2009), de gestion des relations humaines (Macnamara, 2021), de gestion du développement spatial à l'échelle de la communauté ou de la ville (Holmgren, 2014; Hopkins, 2020), de gestion des enjeux liés aux voyages, le *permatravel* (Wallace & Carruthers, 2018, Chapitre 6) de gestion d'entreprise (Breuzard, 2021) ou, finalement, à la refonte radicale du cadre économique (Delannoy, 2016).

2.4.3.3 Quelques outils pratiques de la permaculture

Découlant de l'articulation et des va-et-vient incessants entre éthique et pratiques, le design permaculturel s'appuie sur de nombreux outils facilitant l'appréhension de la complexité et des interconnexions tout en permettant des aménagements efficaces et régénératifs.

Le Design thinking

Le terme provient principalement de l'industrie et de la conception de produits. Ce processus met en œuvre des équipes interdisciplinaires utilisant des méthodes itératives afin d'aboutir à des objets prenant au mieux en compte l'ensemble des variables (Buhl et al., 2019,

p. 1249; Seeds for Sustainability, 2020). 4 caractéristiques ont été mises en avant par Buhl *et al.* (2019) :

- *Problem thinking* : adopter une vue plus large afin de saisir le contexte.
- *User focus* : nécessité de comprendre les besoins, les comportements ou encore de contexte des utilisateurs. C'est une approche centrée sur l'humain.
- *Diversity* : travail en équipes interdisciplinaires.
- *Visualization* : utiliser le prototypage afin de rendre tangible les idées et d'expérimenter.

La permaculture complète ce processus de conception par le moyen mnémotechnique OBREDIM (Hemenway, 2015, pp. 45-46) :

- *Observation* : intégrer le contexte
- *Bordures* : s'intéresser aux limites visibles et invisibles
- *Ressources* : naturelles et humaines
- *Evaluation* : synthèse des points précédents
- *Design* : conception
- *Implémentation* : mise en place
- *Maintenance* : entretien et gestion

Le Zonage

Il permet de diviser l'espace en zones de caractéristiques équivalentes. L'idée est, par exemple, de regrouper les actions les moins intensives en travail loin du lieu d'habitation (B. Mollison, 1993, paragr. 2.3). Mais plus généralement, le zonage peut aussi s'effectuer sur un grenier alimentaire, *foodshed* (Hemenway, 2015, p. 105) ou encore dans le cadre de la permaculture humaine et ses relations (Macnamara, 2021, p. 46). En cherchant à minimiser l'énergie dissipée dans les actions en demandant le plus, principalement pour des questions d'efficacité, cela permet de se focaliser sur ce qui importe et de minimiser l'entropie.

2.4.3.4 Liens avec la permacircularité :

La permaculture semble offrir « *aujourd'hui le cadre le mieux étayé permettant de penser et de concevoir cette économie de modération et de sobriété volontaires* » d'après Arnsperger & Bourg (2016, p. 97). Nous nous attacherons dans cette partie à identifier les liens principaux unissant permaculture et permacircularité.

Une inscription dans la physicalité et ses limites du monde

La permaculture est absolument liée à la physicalité du monde. Que ce soit en matière de dépendance aux ressources (production de l'ensemble des matières premières de manière biosourcée) ou en matière de production d'énergie (utiliser des énergies renouvelables, en maximiser la récupération), le travail de Holmgren et Mollison s'inscrit pleinement dans le cadre des limites planétaires. En effet, même si leur livre *Permaculture 1* précède d'environ trente ans l'article de Rockström *et al.* (2009), la permaculture se présente comme une

« *redescence gracieuse et éthique face au 'peak everything' des crises du présent* »⁴³ (Holmgren, 2002 cité par Wallace & Carruthers, 2018, p. 4). La permaculture ne transige pas avec les limitations physico-chimiques de la planète, mais s'évertue à s'y conformer de la manière la plus efficace et équitable qu'il soit, que ce soit pour les humains ou les non-humains.

Régénération :

Concevoir dans un cadre permaculturel permet d'enclencher un cercle vertueux dans lequel les sols, les plantes, les animaux et les humains s'améliorent au fil du temps. Il en est de même pour la permacircularité qui est « *une économie régénérative, au premier chef des sols, d'où l'appellation de 'permacirculaire'* » (D. Bourg, 2018, p. 33). En tous cas, les produits issus de la permaculture ou de la permacircularité « *joueraient sur la complémentarité entre les plantes, [...] régénéreraient les sols et stockeraient du carbone tout en fournissant de nombreuses matières premières biosourcées* » (D. Bourg, 2018, p. 33).

Être permaculturel c'est être permacirculaire

Par l'objectif de l'utilisation exclusive de ressources renouvelables et l'efficacité énergétique en optimisant le phénomène de photosynthèse, la capture de l'eau pour infiltration, le bouclage généralisé des flux, l'absolu de l'autolimitation et du respect de la finitude de la planète, la permaculture s'inscrit pleinement dans le cadre de la permacircularité. L'utilisation d'outils de conception permaculturels apparaît donc judicieuse pour tenter d'opérationnaliser la permacircularité (section 3). « *Au bout du compte, la permaculture part du terrain assume la croissance et la pérennité (souci majeur de l'entreprise), ne nie pas la production (2e souci), mais change les conditions* » (Breuzard, 2021, p. 21)

2.4.4 Portrait d'une agriculture permacirculaire

Alors que nous avons identifié les principales menaces pesant sur le système agroalimentaire actuel dans la section 1.4, il conviendrait donc de s'interroger sur les caractéristiques que comporterait une agriculture adaptée à l'Anthropocène, au respect des limites planétaires et dans le cadre de la permacircularité :

- Une agriculture régénératrice des sols, que ce soit au travers de la capture de CO₂ par l'augmentation du taux d'humus, de la biodiversité par l'aménagement d'espaces de vie et l'abandon des pesticides, la diversité des cultures et la complexité des interactions (Altieri et al., 2015).
- Une agriculture rebouclant les flux, en particulier ceux des cycles phosphore et azote qui offrent une possibilité de relier ville et arrière-pays (Esculier et al., 2019).

⁴³ « graceful and ethical descent" from what critics have taken to calling the "peak everything" crises of the present »

- Une agriculture économe en ressources en énergie et en eau, mais intensive en travail humain (The Shift project, 2022, p. 165).
- Une agriculture utilisant à bon escient des outils *conviviaux*, sur lesquels elle a le contrôle, le plus low-tech possible (Clerc & Jarrige, 2020).
- Une agriculture supportée par des institutions régulatrices ou formatrices agiles, adaptées au contexte social et environnemental local et à son dynamisme temporel (Valiorgue, 2020, pp. 73-74).
- Une agriculture permettant un changement de régime alimentaire compatible avec les limites planétaires (Willett et al., 2019).
- Une agriculture productrice non seulement d'aliments, mais également de l'ensemble des substituts aux énergies fossiles, que ce soit en termes d'énergie, de fibres, de métaux, etc. (D. Bourg, 2018, p. 33; D. Browaeys, 2018; Ent, Echevarria, Morel, & Simonnot, 2016; Zahm et al., 2015, p. 106)
- Finalement, une recherche d'équilibre et un refus de la course à la croissance et aux rendements 'infinis'.

3 Mesurer la permacircularité : le besoin d'indicateurs

3.1 Délimitation du contexte et du contenu

La démarche de conception d'une mesure de la permacircularité s'est appuyée dans le cadre de ce travail sur la démarche décrite dans le livre *Agriculture et développement durable. Guide pour l'évaluation multicritère* de Feschet *et al.* (2016).



Figure 18 : Les étapes de l'élaboration d'une méthode d'évaluation. (Feschet *et al.*, 2016, p. 170)

3.1.1 Réflexions et choix préalables

Face aux constats développés dans la section 1, le but d'une évaluation de la permacircularité est de fournir des éléments à des porteurs de projet afin d'évaluer la compatibilité de leurs activités vis-à-vis des limites planétaires, pour, ultimement, ramener l'empreinte de leurs activités humaines dans les limites planétaires. Pour cela, nous avons

développé au cours de la section 2 l'adéquation du cadre théorique de la permacircularité pour adresser la dimension globale et systémique des conséquences des activités humaines sur l'environnement.

Les commanditaires d'une évaluation de la permacircularité devraient être les personnes porteuses de projets (chefs d'entreprise, directeurs de structures, etc.). En effet, étant donné l'engagement nécessaire à la prévention des potentiels déplacements d'impacts et à l'élimination d'effets rebond, une évaluation de permacircularité engage potentiellement la raison d'être même de l'entreprise. Les instances dirigeantes doivent donc pleinement soutenir la démarche. Au cas par cas, et pour certaines parties uniquement, la réalisation de l'analyse elle-même peut être menée par le biais d'experts en fonction de la complexité et du niveau de détail attendu de l'analyse. Dans tous les cas, le pilotage d'un tel outil devrait revenir à un comité composé de différentes parties prenantes (cadres dirigeants, actionnaires, salariés et éventuellement experts externes) comme le souligne Stéphane Breuzard dans son livre *Permaentreprise* (2021, p. 117).

Il y a également la volonté que cet outil d'évaluation soit adapté à une mise en œuvre avec des moyens limités comme on peut y être confronté dans les plus petites structures. Il faut à cet effet qu'il nécessite le minimum de ressources humaines et financières et soit suffisamment flexible pour s'accommoder de la variété des contextes (Shields & Shelleman, 2015).

3.1.2 Définition du cadre conceptuel et méthodologique

L'objectif de cette section est de définir les contours du cadre conceptuel (la vision de la durabilité) et du cadre méthodologique (la méthode de construction de l'outil en lui-même). Si le cadre conceptuel a déjà été largement développé dans la section 2.4, les choix méthodologiques structurant l'outil seront exposés dans les sections suivantes.

3.1.2.1 Les prérequis à une analyse de permacircularité

Sous peine d'aboutir à un greenwashing, la mesure de la permacircularité devrait s'inscrire dans une démarche personnelle alignant intention et comportement (Arnsperger & Deibler, 2017, p. 5) qui acquiesce les éléments suivants, issus du travail effectué dans la section 2.4 :

- **Accepter la finitude du monde et de ses ressources** : les limites planétaires sont des limites biogéochimiques non négociables. Aller au-delà résulte en une expérience de laboratoire irréversible à ciel ouvert à l'échelle planétaire : le concept de planète étuve (Steffen et al., 2018, p. 8257).
- **Couple énergie/matériaux** : L'action fondamentale de l'économie marchande est de transformer des ressources naturelles en biens marchands et en déchets. Un découplage absolu entre croissance économique et empreinte écologique n'est pas possible. (voir la section 1.1.3)
- **Volonté de prise en compte systémique** : Le prisme de lecture ne peut se limiter aux activités propres de l'entreprise. « *La suffisance est une propriété globale d'un système économique dans son ensemble.* » (Arnsperger & Deibler, 2017, p. 35). À cet égard, il doit y avoir un engagement et une

acceptation de répondre à des indicateurs prenant également en compte des éléments en dehors des activités propres de l'entreprise. Un schéma fonctionnel simple des activités et du périmètre des activités internes et de leurs relations externes peut d'ailleurs être réalisé, à la manière du zonage permaculturel (voir section 2.4.3.3)

3.1.2.2 Les dimensions à mesurer

Sur la base des prérequis évoqués section 3.1.2.2 et de la synthèse du cadre théorique de la permacircularité (section 2.4.1). Quatre dimensions ont été retenues comme le montre la Figure 19 et chaque indicateur ultérieurement défini s'inscrira dans une ou plusieurs dimensions.

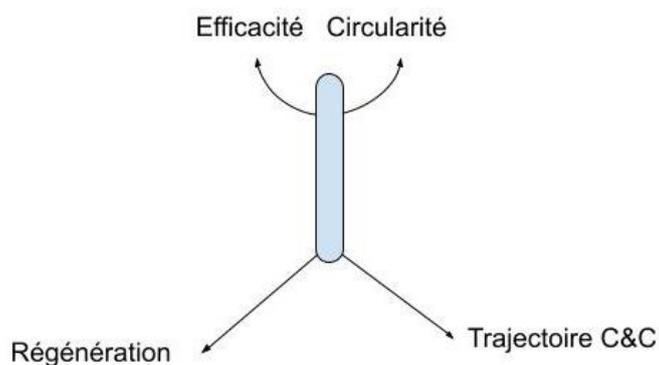


Figure 19 : Les dimensions retenues de la permacircularité

- **Le couple Efficacité / Circularité (généralement Niveau -1) :** Au cœur du niveau -1, la dé-intensification matérielle et énergétique de l'économie sont une condition fondamentale pour relaxer les pressions environnementales. D'un côté, l'efficacité permet de diminuer l'empreinte matérielle pour chaque unité de service produite. De l'autre, la mesure de la circularité permet de maintenir au maximum les matériaux dans la sphère économique et, par conséquent, de limiter la quantité de déchets produits (Arnsperger & Deibler, 2017, p. 32).
- **Trajectoire de Contraction et Convergence (généralement Niveau 0) :** Diminuer l'empreinte des activités anthropiques impose la planification d'une convergence des émissions au seuil de la biocapacité planétaire. Cela inclut également la mesure de la limitation de la croissance (Grosse, 2010) d'une économie authentiquement circulaire. Cela permet la création d'un indicateur de circularité suffisamment systémique pour qu'aucun effet de déplacement et aucun effet rebond majeur ne soit négligé. (Arnsperger & Bourg, 2016, p. 107)
- **Régénération (généralement Niveau 1) :** Limiter les impacts environnementaux n'est pas suffisant comme le pose bien Arthur Keller (2022). La question ne devrait plus être comment détruire moins vite (alors que c'est le summum des politiques publiques aujourd'hui), mais que faire pour réparer ses atteintes. Les organisations devraient donc être soumises à un *impératif régénératif* -terme s'inspirant de la notion d'impératif délibératif

(Blondiaux & Sintomer, 2009)—, c'est-à-dire mettre en œuvre les actions qui permettent de régénérer activement ou de laisser se régénérer les biotopes.

3.1.2.3 L'étendue de ce qui est mesuré :

Nous avons évoqué précédemment (section 2.4.1.3) l'importance de s'attacher à adopter une posture holistique sous peine de voir des effets rebond se déplacer hors du scope de l'analyse. Nous allons donc nous attacher ici particulièrement à définir toute la portée que doit adopter une analyse de la permacircularité. Nous utiliserons pour cela la représentation graphique ci-dessous (Figure 20). Il convient néanmoins de rappeler que toute modélisation d'une situation complexe ne peut être considérée comme absolument juste et exhaustive. Le modèle proposé ci-dessous est donc simplement la base de travail pour la création de l'outil de mesure de la permacircularité.

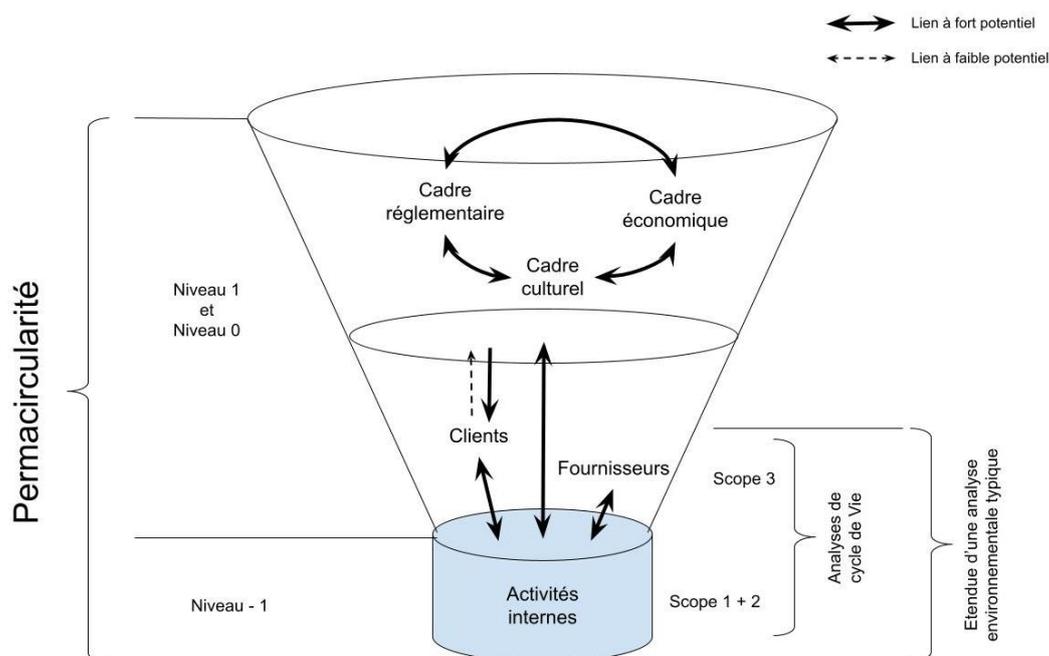


Figure 20 : L'étendue de la permacircularité

Le point de départ est, logiquement, l'ensemble des activités internes de l'organisation considérée. Les activités internes comprennent à la fois les processus de production, mais également la dimension sociale (épanouissement des employés par exemple) et la santé financière de la structure. De ce point de départ, nous pouvons déployer les différents liens facilitant (ou contraignant) la structure dans ses missions. Une analyse exhaustive de ces dépendances fonctionnelles a été synthétisée dans le Tableau 6. Au-delà d'une description qualitative, une analyse en matière de *potentiel* a été effectuée. Il est entendu dans le cadre de ce travail qu'un lien à fort potentiel est un lien qui répond à l'un ou plusieurs des critères suivants :

- Lien de dépendance direct : La perte de ce lien a d'importantes conséquences sur au moins l'une des parties
- Lien à sens unique : Une asymétrie de pouvoir induit une dynamique de dépendance.

- Lien pouvant être initié ou maintenu avec peu d'énergie / d'investissement : Dans une optique permaculturelle et de recherche d'efficacité classique, un lien avec peu de maintenance offrira une résilience accrue à un environnement instable.

À l'inverse, un lien à faible potentiel d'impact est un lien lâche entre les deux parties ou nécessitant un investissement énergétique particulièrement important afin d'être initié et maintenu.

La caractérisation des liens dans cette section ne constitue qu'une proposition, dont la validité se doit d'être revue contextuellement pour chaque analyse de permacircularité. En effet, en fonction de contexte socioéconomique et territorial dans lequel se passe l'évaluation, la nature des liens peut être amenée à différer.

La représentation graphique (Figure 20) traduit graphiquement les liens principaux identifiés dans le Tableau 6. Nous allons ci-après définir les acteurs constitutifs :

- Les *activités internes* comprennent tous les processus internes de l'entreprise, agissant sur des produits par le travail, l'apport d'énergie et de matières premières de fournisseurs.
- Les *clients* sont les personnes/organisations achetant les biens et services de l'entreprise. Ce sont eux qui permettent généralement à l'entreprise de vivre. Le lien peut être plus ou moins étroit suivant le mode de commercialisation choisi. Il peut y avoir par exemple une dimension contractuelle dans le cadre de l'agriculture contractuelle de proximité.
- La relation avec les *fournisseurs* est principalement caractérisée par une question de dépendance à double sens. Dans le sens fournisseur vers les activités internes, la part de clientèle représentée pour le fournisseur établit l'importance des activités internes comme client. Dans le sens activités internes vers le fournisseur, une importance marquée du fournisseur peut créer une dépendance qui peut être préjudiciable en cas de problèmes ou d'instabilité. En tout cas, suivant l'importance relative de chaque partie prenante, la relation peut-être largement déséquilibrée.

Cadre réglementaire, cadre éthique, cadre économique

La Figure 20 nous montre également pleinement l'intérêt du cadre théorique de la permacircularité dans le cadre des enjeux environnementaux globaux. Les analyses environnementales s'arrêtent bien souvent à l'enceinte de l'entreprise considérée, et bien souvent l'analyse n'est pas poussée au-delà du cycle de vie du produit (de la chaîne d'approvisionnement à la mise au rebut). La permacircularité, au contraire, permet de s'interroger au-delà et de mettre en évidence les liens avec les clients ou encore les cadres de fonctionnement généraux de la société. Dans le cadre de ce travail réflexif, des tentatives de caractérisation de chaque lien entre les cadres réglementaire, éthique et économique ont été effectuées, sans succès. Comme l'a montré le diagnostic mené dans l'ensemble de la section 1.2, les liens entre technosolutionnisme, modèle économique, dimension politique et perte de sens sont étroits. Il est en ce sens complexe de définir des liens de cause à effet valables.

Aussi est-il considéré dans le cadre de cette analyse que les trois cadres forment une boucle rétroactive.

Les activités internes possèdent une interaction forte avec les trois cadres. En effet, ces cadres structurent le paysage des possibles, « *les règles du jeu* » comme les appelle Douglass Cecil North (Valiorgue, 2020, p. 5), en faisant peser des contraintes ou au contraire en favorisant certaines activités. Dans l'autre sens, les activités internes peuvent amener à des changements de réglementation, de posture éthique ou encore de perspective sur ce qui est finançable. Ceci peut s'effectuer à travers les activités elles-mêmes ou, plus largement par la création de groupes d'opinion ou de lobby en faveur de celles-ci, que ce soit dans une perspective de soutenabilité ou d'insoutenabilité en fonction de l'intention de la structure possédant les activités internes.

Nous avons également souligné la présence d'un lien faible entre les clients et cadres réglementaire, éthique et économique. En effet, les clients peuvent agir eux-mêmes comme groupe de pression permettant des changements au niveau le plus haut. Le lien est qualifié de faible étant donné que l'inertie des cadres supérieurs nécessite une mobilisation importante de la part des clients, ce qui signifie qu'une grande quantité d'énergie doit être investie dans une telle relation. Dans l'autre direction, ils sont soumis aux injonctions et limitations découlant des cadres en vigueur. Le lien est donc qualifié comme étant fort.

Aucun lien n'est présent entre les fournisseurs et les cadres supérieurs dans la représentation Figure 20. En effet, dans la perspective du fournisseur en lui-même, il se trouve être responsable de ses propres activités internes en lien avec ses propres clients. Il est donc dans une situation absolument identique avec celle de la structure responsable des activités internes étudiées.

Le Tableau 6 ci-après détaille la teneur des liens entre chacun des éléments constituant l'étendue de la permacircularité.

	Clients	Fournisseurs	Cadre réglementaire	Cadre culturel	Cadre économique
Activités internes	<ul style="list-style-type: none"> • La structure fournit quelque chose à ses clients. • La relation peut être contractualisée ou être libre. • L'échange peut être monétaire ou non monétaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Relation de dépendance aux fournisseurs si fournisseur exclusif • Relation de dépendance à l'entreprise si client exclusif • Les contraintes fixées aux fournisseurs peuvent les pousser à intégrer des critères de durabilité 	<ul style="list-style-type: none"> • Détermine ce qui est légalement faisable : contraintes réglementaires • Permet de favoriser certaines activités par effet de niche • L'entreprise peut effectuer du lobby afin de changer une règle en sa faveur 	<ul style="list-style-type: none"> • La viabilité de l'entreprise dépend de l'acceptation culturelle de ses produits • Par effet de lock-in, l'attitude du consommateur peut influencer le type d'activité de l'entreprise 	<ul style="list-style-type: none"> • L'entreprise dépend des financements et des critères d'exclusion des banques • Des activités environnementalement problématiques peuvent entraîner des pertes par actifs bloqués (stranded assets)
Client		<ul style="list-style-type: none"> • Lien non existant • Transparence des fournisseurs et des liens créés par l'intermédiaire de l'entreprise 	<ul style="list-style-type: none"> • Lien faible • En cadrant les activités de l'entreprise, le cadre réglementaire impacte ce qui est disponible pour le client • Impact à travers des mobilisations citoyennes possible, mais nécessitant beaucoup de mobilisation 	<ul style="list-style-type: none"> • Les modèles de consommation influent sur les préférences des clients • Notion de distinction sociale et d'acceptation sociale 	<ul style="list-style-type: none"> • Le client a le rôle de consommateur dans le cadre économique
Fournisseurs			<ul style="list-style-type: none"> • Soumis aux mêmes contraintes que l'entreprise étudiée 		
Cadre réglementaire				Les cadres réglementaires, économiques et culturels interagissent de manière réciproque telle une boucle de rétroaction positive.	
Cadre culturel					

Tableau 6 : Synthèse des liens dans l'ensemble de l'étendue de la permacircularité

3.2 Méthodes de mesure et indicateurs retenus

Dans le cadre identifié des dimensions (section 3.1.2.2) et de l'étendue (section 3.1.2.3) de la permacircularité, il est temps de discuter des grandeurs dont la mesure paraît pertinente. Nous allons pour cela porter une attention toute particulière au cas de la raison d'être de l'organisation (section 3.2.1), passer en revue les trois niveaux de la permacircularité (du plus macro au plus micro, sections 3.2.2, 3.2.3 et 3.2.4), avant de rassembler dans un tableau de synthèse l'ensemble des indicateurs retenus (3.3). L'intention est ainsi d'appliquer la septième règle de la permaculture « *La conception, des motifs aux détails* » (Tableau 5 et annexe I, section 6). Il est en effet beaucoup plus efficace et beaucoup plus simple d'optimiser les plus petits détails une fois le cadre global posé. Ainsi, si l'on raisonne en termes de l'utilisation d'énergie dans le cadre de la permacircularité, il est plus facile d'en optimiser l'utilisation sur la petite partie résiduelle une fois que le cadre de réduction global a été posé (trajectoire contraction et convergence, section 2.4.1.2). Cela minimise d'autant plus les effets de l'effet de parc et autres *lock-in* technologiques (sections 1.2.1 et 1.2.2).

3.2.1 Le cas particulier de la raison d'être

Nous avons évoqué le fait que s'inscrire dans la permacircularité nécessite une « *volonté [...] de concilier sobriété et innovation* » (Arnsperger & Bourg, 2016, p. 122), la volonté étant un mot clé. Cela indique que cette démarche ne doit pas se cantonner à suivre des objectifs de RSE parmi d'autres, mais bien s'inscrire au cœur de la raison d'être des activités de l'entreprise (Breuzard, 2021, pp. 44-45). Une question se pose alors : comment arriver à embrasser l'ensemble des dimensions de la permacircularité et les infuser dans la totalité des activités de l'organisation ? Nous proposons pour cela de partir de la posture éthique de la permaculture (évoquée section 2.4.3.1), *Prendre soin des hommes / Prendre soin de la Nature / Se limiter et distribuer les surplus*, qui offre un cadre de pensée simple sans être simpliste, pratique à la mise en œuvre et surtout inscrivant les limites biophysiques comme condition limitante absolue.

Dans le cadre de notre recherche de mesure de la permacircularité, les questions à répondre seraient les suivantes :

- Existe-t-il une raison d'être ? « *Il doit en effet devenir manifeste que l'entreprise en question est prête à effectuer, dans l'intérêt de la planète et de l'humanité, même des réductions de ressources qui ne seront ni maximatrices, ni même porteuses de bénéfices.* » (Arnsperger & Deibler, 2017, pp. 35-36).
- La raison d'être intègre-t-elle des enjeux s'inscrivant dans chacun des 3 piliers éthiques de la permaculture (*Prendre soin des hommes / Prendre soin de la Nature / Se limiter et distribuer les surplus*) ?
- L'impératif régénératif est-il inscrit dans la raison d'être ?
- Chacun de ces enjeux peut-il être tracé dans les actions quotidiennes de l'entreprise ?

Dans le cas où une raison d'être ne serait pas formalisée, passer par le processus proposé par Stéphane Breuzard dans son ouvrage *Permaentreprise* (2021, Chapitre 5) apparaît judicieux :

1. Utiliser la méthode de l'*Ikigai* afin de trouver le recoupement de *ce que l'on aime faire / ce que l'on sait faire / ce pourquoi on est rémunéré / ce dont le monde a besoin*.
2. Se focaliser sur les éléments de réponse se trouvant dans les quatre catégories de l'*Ikigai* afin de formuler la raison d'être.
3. Ancrer celle-ci dans la réalité de l'entreprise par la formulation d'engagements mesurables qui pourront être suivis afin de faire de la raison d'être le cap à suivre en toutes circonstances.
4. Identifier les enjeux en s'inspirant d'une liste de questions dérivée des douze principes de conception de la permaculture en s'assurant que l'ensemble des trois piliers éthiques est couvert.
5. Décliner chaque enjeu en projets et actions concrètes.

Comme nous pouvons le voir, cette démarche permet aux trois piliers éthiques de percoler dans les actions quotidiennes de l'organisation, les manières de faire et la valeur produite. Cela permet notamment de « *se détourner de l'orientation vers le bénéfice qui règne habituellement sur le marché et se tourner vers une approche holistique [plus complexe] et globale en termes de valeurs* » (Arnsperger & Deibler, 2017, p. 27).

3.2.2 Niveau +1 : Le niveau macro

C'est dans le niveau +1 que se concentrent les indicateurs devant permettre le développement d'une société permacirculaire (voir section 2.4.1.3). C'est également ce qui distingue probablement le plus cette opérationnalisation de la permacircularité, car les indicateurs associés seront par définition très qualitatifs, voire quasiment philosophiques. Au bout du compte, il s'agit de se demander dans quel cadre éthique est-il souhaitable de réaliser les activités internes, et, sans doute de manière plus générale encore, quel genre de société souhaitons nous voir éclore. La section précédente mettant au centre la problématique de la raison d'être agit comme une introduction aux indicateurs identifiés.

Raison d'être

Au niveau macro, l'indicateur principal développé dans la section 3.2.1 est l'inscription de l'impératif régénératif dans la raison d'être.

Cadre réglementaire

Comme expliqué dans la section 3.1.2.3, le cadre réglementaire est celui qui définit ce qui est autorisé ou interdit de faire. Il génère aussi tout un jeu de règles qui peuvent favoriser ou défavoriser des pratiques. Deux indicateurs clés sous forme de questions ouvertes apparaissent alors pertinents :

- Y a-t-il des difficultés liées à des règles / normes existantes ou absentes ? Dans certains cas, une règle en place empêche le développement d'alternatives permacirculaires, dans d'autres cas, l'absence de règles défavorise les structures les plus vertueuses dans une course au moins disant, qu'il soit social ou environnemental.

- Une alliance avec d'autres acteurs sur ces sujets est-elle possible ? Ces acteurs peuvent être des structures similaires, des fournisseurs, des clients ou d'autres structures opportunément concernées par ces questions.

Cadre culturel

Nous avons développé dans la section 2.4.1.3 la notion de société de la sobriété et de civilisation de la régénération. Il s'agit donc, ni plus ni moins, que de proposer des indicateurs permettant de mesurer une orientation vers ces horizons. Il s'agira une fois de plus principalement de questions ouvertes :

- Que se passerait-il si tous les acteurs de mon secteur agissaient comme moi ? Cet indicateur est le questionnement éthique permettant de discuter si les activités internes ont une action tendanciellement positive ou négative sur l'environnement. Il se rapproche grandement de la primauté de l'éthique permaculturelle avant toute action.
- Quelles sont les actions mises en place pour promouvoir les usages *intelligents* ? De manière générale, nous pouvons considérer comme un usage intelligent celui qui permet de répondre à des besoins par des moyens minimisant l'impact environnemental et favorisant la régénération. Cela peut prendre diverses formes comme la promotion de l'usage sur la propriété, le "*conseil / encouragement / subventionnement en vue d'engendrer un comportement « suffisant » du côté du consommateur*" (Arnsperger & Deibler, 2017, p. 33). Cette perspective positive permet de faciliter la projection vers un futur souhaitable et soutenable (Hopkins, 2020). Les propositions ont en outre la capacité d'agir comme un *nudge*, dont quatre caractéristiques ont été identifiées (UNEP, 2020) : l'action doit être rendue facile, attrayante, sociale et faisant gagner du temps, dans chacune ou certaines de ces catégories.
- Existe-t-il des pratiques commerciales poussant à la consommation ? Une fois n'est pas coutume, la réponse à cette question devrait être négative pour être permacirculaire. Ces pratiques commerciales peuvent être très larges, de la participation à des événements commerciaux artificiels (type black friday), les prix des jeux-concours (promouvant de courts voyages en avion par exemple) ou la présence de campagnes marketing et l'imaginaire véhiculé par celles-ci.

Cadre économique

Finalement, le cadre économique est celui qui permet ou empêche le financement d'alternatives durables. Si nous voyons la majorité des indicateurs économiques se placer au niveau 0, section 3.2.3, quelques indicateurs de niveau +1 suivants semblent pertinents.

- Agissant comme un pont entre le cadre culturel et le cadre économique, la question se pose de savoir ce que la structure valorise économiquement. Il existe une palette entre considérer l'environnement d'un point de vue anthropocentré utilitariste ou biocentrisme (Hess, 2013). Il en est de même pour la valeur économique considérée par la structure. La permacircularité impose la reconnaissance d'une certaine multifonctionnalité de l'activité économique

(notamment avec la composante régénérative), et par conséquent requiert une considération plus large de ce qui est valorisé.

- Dans quelle banque se situent les capitaux de la structure ? La durabilité des banques est un vaste sujet. Il existe des études analysant la teneur des investissements de ces établissements sous la loupe de la durabilité. Ainsi pour la Suisse, le rapport de durabilité des 15 plus grandes banques de détail établi conjointement par le WWF et PwC (Tormen, Carella, Reinhart, & Hüsing, 2020) peut apporter des indications. Il existe également de nombreux autres référentiels comme celui établi par la *Global Alliance for Banking on Values*, auquel la Banque Alternative Suisse répond (BAS, 2021).

3.2.3 Niveau 0 : Le niveau méso

Le niveau 0 est le niveau permettant d'articuler le concept d'une économie *authentiquement circulaire*, c'est-à-dire une économie qui n'a plus le besoin impérieux de la croissance pour fonctionner (section 2.4.1.3). Il peut être ardu de mesurer des éléments à ce niveau, car l'on reste à une grande échelle plus large que celle des activités internes, dont elles ne constituent qu'une petite partie d'un système plus grand. Ce niveau doit remplir deux fonctions principales : maîtriser l'effet rebond par le déplacement des émissions en dehors du cadre de l'analyse et assurer une trajectoire globale économique sur une trajectoire de contraction et convergence. Ainsi, les indicateurs suivants ont été identifiés :

Clients

L'empreinte environnementale des clients est indissociable de l'analyse de la durabilité des activités internes d'une organisation, car leur usage impacte la durabilité d'un produit sur son cycle de vie. Récupérer les informations liées à l'utilisation des produits est nécessaire afin de pouvoir déterminer l'empreinte globale du produit sur son cycle de vie entier. C'est la notion de scope 3 dans le cadre des analyses de cycle de vie (Hertwich & Wood, 2018). Dans l'autre sens, l'entreprise devrait s'attacher à partager le maximum d'informations possibles dans le domaine public. Que ce soit des conseils d'utilisation, des vidéos didactiques ou du contenu sur les réseaux sociaux permettant de les partager de manière pédagogique, cette économie intensive en information permet de limiter les pertes dans le système (Delannoy, 2016, p. 27). Ces informations permettent également d'envisager la production locale de pièces détachées afin de maintenir le produit à son niveau d'entropie la plus basse (section 1.3, Figure 13 en particulier).

Fournisseurs

La sélection des fournisseurs se fait-elle sur d'autres critères que financiers ? Se focaliser sur l'aspect financier aboutit au moins-disant. Des critères supplémentaires doivent entrer en compte, qu'ils soient environnementaux, humains ou financiers.

Raison d'être

Au niveau 0, l'indicateur développé dans la section 3.2.1 est l'intégration des 3 piliers éthiques de la permaculture dans celle-ci. Il est particulièrement intéressant de se focaliser sur la troisième partie *Se limiter et distribuer les surplus*, car elle appelle directement à cette économie authentiquement circulaire et fait directement le lien avec les indicateurs du cadre économique.

Cadre économique

Il s'agit ici d'évaluer la manière dont sont redistribués les bénéfices des activités internes. Deux indicateurs différents ont été développés :

- La part de redistribution à des actions de régénération. Une des manières de battre l'effet rebond généralisé est d'investir les profits réalisés par les activités dans des projets régénératifs. Cela permet de sortir une partie des bénéfices (qui est directement corrélé à la pression environnementale par le couplage PIB et émissions GES) pour le « *placer* » dans des projets qui vont contribuer à créer des conditions favorables au non-humain.
- La part de redistribution au personnel : sur un principe d'équité, les employés devraient avoir leur mot à dire sur l'utilisation et la répartition des bénéfices en tant que fruit de leur travail. Outre l'aspect motivationnel, cela représente une forme de réappropriation de l'outil de travail.

3.2.4 Niveau -1 : le niveau micro

Comme nous l'avons précédemment évoqué (section 2.4.1.3), le niveau micro porte sur l'impact environnemental à l'échelle individuelle ou de l'organisation étudiée. Il s'agit de pouvoir évaluer l'impact environnemental de toutes les activités internes de l'entreprise. C'est le champ classique des indicateurs fournis par les analyses de cycle de vie, les mesures de l'efficacité (consommations énergétiques par exemple) ou encore de la circularité (mesure de recyclage et du réemploi).

La première partie est la mesure du métabolisme matériel et énergétique des activités. Nous avons insisté dans la section 1.1.3.3 à quel point la disponibilité et l'utilisation des stocks de ressource et le flux de leur extraction/combustion constituent le système sanguin permettant à la machine économique de se perpétuer. Les outils de mesure et de comptabilité métaboliques sont multiples et déjà bien établis, que ce soit dans une perspective d'économie écologique (Hinterberger, Luks, & Schmidt-Bleek, 1997) ou même au sein de grandes administrations comme dans le cadre du système de comptabilité économique et environnementale (European Commission et al., 2016). Le Material Flow Assessment (Bartelmus, 2003; Giljum, 2006) par exemple effectue une comptabilité massique de l'ensemble des ressources utilisées par une organisation donnée (voir Figure 21). Il existe également le Material Input Per unit of Service ou MIPS (Liedtke et al., 2014), le Physical Input / Output Table ou PIOT (Giljum, 2006), etc.

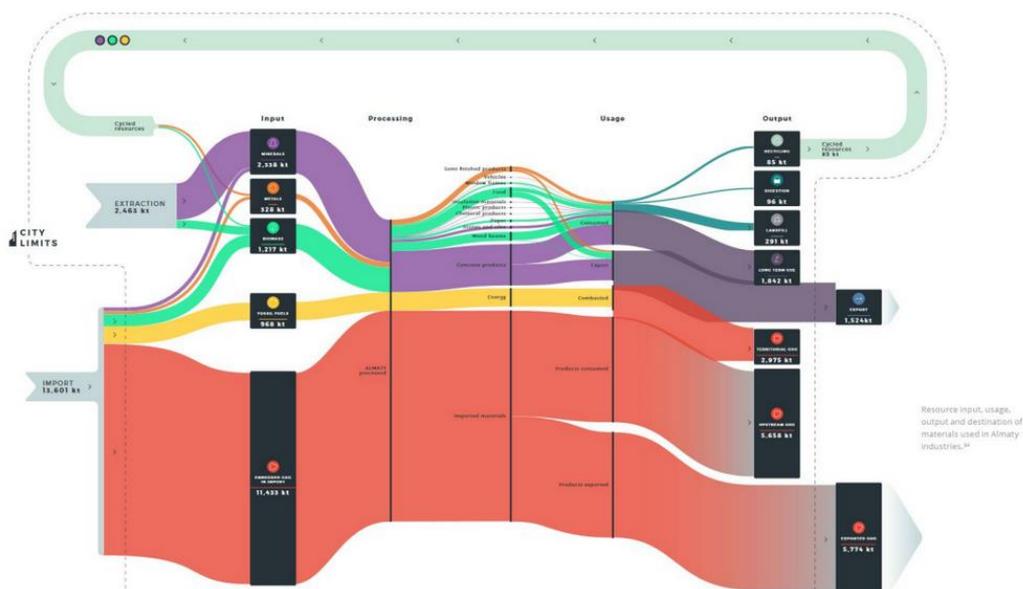


Figure 21 : Exemple de MFA pour la ville d'Almaty (Hoogzaad et al., 2019)

Tous ces outils ont leurs propres avantages et leurs propres limites et ils nécessitent du temps et de l'expertise pour leur déploiement effectif. Si cela est envisageable dans les plus grosses structures dans lesquelles des services entiers peuvent plancher sur ces sujets, cette contrainte est éloignée des réalités des plus petites structures, pour lesquelles les contraintes financières et humaines sont importantes (Shields & Shelleman, 2015, p. 60). Nous allons donc nous attacher à identifier le spectre d'indicateurs minimum permettant néanmoins une description adéquate des activités internes.

Énergies et eau

En tout premier lieu, il convient de mesurer la consommation en carburants en général et de ceux d'origine fossile en particulier. Afin de mesurer l'efficacité des activités, le premier indicateur est celui de la consommation énergétique par volume de production. Dans un cadre agricole, cela pourrait être la quantité d'énergie par masse d'aliments produits, par objet produit dans le cadre industriel, etc. Un ratio de valeur physique semble préférable à un ratio monétaire (c'est-à-dire une quantité d'énergie par unité monétaire de chiffre d'affaires) afin de neutraliser l'impact que l'inflation pourrait avoir lors de comparaisons annuelles par exemple. Le second indicateur concernant l'énergie est alors la variation d'utilisation d'une année à l'autre. Nous avons évoqué le fait que la permacircularité répondait d'une logique de contraction et convergence (section 2.4.1.2). D'un côté une nécessité impérieuse de diminuer les émissions de gaz à effet de serre et de l'autre, de permettre aux pays les moins émetteurs d'augmenter leurs émissions dans le cadre de leur développement afin d'atteindre un niveau d'émission global cohérent avec la biocapacité de la planète. Dans un cadre occidental, nous pouvons retenir l'ordre de grandeur d'une diminution de 5% des émissions par année (The Shift project, 2022). À moins de pouvoir justifier d'une performance énergétique exceptionnelle, c'est une diminution de cette magnitude qui doit être visée année après année jusqu'à une transition hors des énergies fossiles.

Le même type d'indicateurs devrait être mis en place concernant les autres formes d'énergie (électrique principalement), en identifiant l'efficacité énergétique (kWh/unité de production), la source (renouvelable ou non) et finalement la variation de l'utilisation d'une année à l'autre.

Finalement, le même mode opératoire est mis en place pour la consommation d'eau, pour lequel on retrouve le triptyque efficacité, source et variation annuelle.

Matérialité

La mesure de la matérialité est la seconde thématique développée ici. Cet ensemble d'indicateurs nécessite potentiellement une charge de travail plus importante à cause des calculs demandant une granulométrie plus fine pour aboutir à une certaine exhaustivité.

En cohérence avec la Figure 13, il convient tout d'abord de différencier de base les matériaux biosourcés (bois, fibres, colles et autres produits issus de la biomasse) qui sont par définition renouvelables des matériaux provenant de stocks finis (métaux, plastiques, minéraux). Une fois cette distinction effectuée, nous retrouvons des indicateurs similaires à ceux de la thématique énergétique avec les indicateurs d'efficacité et de variation.

En ce qui concerne les matériaux renouvelables, un indicateur de durabilité semblant particulièrement pertinent est celui du temps de résidence comparé à celui du temps de régénération. Prenons l'exemple d'un objet à usage unique tel que de la vaisselle jetable, pouvons-nous considérer comme durable le fait d'avoir un objet utilisé une demi-heure alors qu'il est constitué de fibres issues d'arbres nécessitant des dizaines d'années pour pousser. Face à ce constat, on voit aisément le bénéfice environnemental qu'il pourrait y avoir à utiliser des fibres issues de végétaux possédant une croissance rapide et peu d'intrants ou d'irrigation comme le chanvre par exemple. La revue de littérature n'a pas révélé l'existence d'un tel indicateur, aussi un travail approfondi sur l'échelle de soutenabilité en fonction de divers paramètres serait nécessaire en dehors du cadre de ce mémoire.

En ce qui concerne les matériaux non renouvelables, il est clair que leur utilisation devra, à terme, être réduite à la portion récupérée dans le cadre d'une économie circulaire. Et si l'on se souvient de la démonstration de François Grosse (2010) ainsi que de la discussion section 1.3, cela veut dire un taux de croissance global de l'utilisation de telles ressources inférieur à 1%.

Cependant, devant la charge de travail (incompatible pour de petites structures) requise pour évaluer précisément le métabolisme des activités internes tel qu'évoqué dans le chapitre précédent, une perspective différente a été adoptée. Il s'agira de se focaliser sur la production de déchets des activités internes, car ils représentent l'ampleur des atteintes environnementales dues à la matérialité des activités et qu'ils sont facilement mesurables. Pour cela, 3 sous-catégories sont considérées :

1. Les déchets incinérables : Ce sont des déchets à éviter absolument, car ils ne sont pas valorisés et, outre l'irréversibilité de leur traitement, ils génèrent gaz à effet de serre et autres pollutions chimiques telles que les pollutions aux dioxines.

2. Les déchets recyclables : s'ils sont à priori relativement vertueux, car circularisés, cet optimisme doit être tempéré compte tenu des mécanismes actuels du recyclage. Entre entropie associée (Bertolini, 2002) et exportation des dits déchets dans les pays du Sud global dans lesquels ils finissent leur vie à ciel ouvert ou incinérés (Rodhain, 2018, p. 102), il est intéressant de les considérer précisément afin d'en réduire les quantités au même titre que les déchets incinérables.
3. Les déchets compostables : ce qui signifie qu'ils sont biosourcés et par conséquent plus à même à être compatibles avec la permacircularité.

Pour chacune de ces catégories, un indicateur de masse par unité produite est créé. La variation annuelle par produit est également mesurée afin d'en mesurer la diminution globale. En ce qui concerne les déchets 1. et 2. listés ci-dessus, l'objectif est une élimination pure et simple de la production de ce type de déchets.

Personnel

Nous reprendrons ici la famille d'indicateurs retenus par Breuzard (2021, p. 94) dans le cadre de la *Permaentreprise*. Il s'agit de mesurer l'employabilité (au travers de la proposition de formations), le bien-être (par la mise en place d'une flexibilité accrue) ou encore l'autonomie (dans la définition et la méthode de réalisation de ses tâches). Il s'agit en tous cas de (r)établir des liens de confiance, d'abolir les relations hiérarchiques pyramidales afin de favoriser un écosystème de relations humaines et finalement de ramener du sens, que ce soit dans l'action ou la manière de faire.

Clients

Dans une perspective régénérative, augmenter la qualité du lien entre clients et activités internes est absolument indispensable. Cela permet dans un premier temps de recueillir la satisfaction et d'évaluer l'adéquation entre l'offre de l'entreprise et les attentes client. Accepter les retours, même négatifs, permet de s'améliorer dans une démarche bien connue dans l'industrie d'amélioration continue. On peut d'ailleurs tout à fait imaginer une forme de collaboration plus poussée en intégrant directement des clients lors de la conception dans une démarche de *design thinking* (voir section 2.4.3.3). Dans un second temps, créer des liens resserrés permet de générer un sentiment d'attachement et une certaine forme de solidarité pouvant être salutaire pour traverser des situations instables.

Fournisseurs

Les relations avec les fournisseurs sont également de prime importance. Nous avons déjà évoqué le fait que ces relations possèdent une double dépendance : envers le fournisseur en tant qu'organisation clé permettant la réalisation des activités internes et envers l'organisation considérée car elle constitue un débouché pour la production du fournisseur. Or la soutenabilité des activités du fournisseur impacte directement la soutenabilité de la production des activités internes. Ici encore, la notion de scope 3 s'applique entièrement (Hertwich & Wood, 2018). Les notions de matérialité et d'énergie développées plus haut sont parfaitement transposables aux activités fournisseurs : il s'agira donc de pouvoir évaluer l'efficacité et la circularité des activités fournisseurs. Cela passe par une relation étroite, un engagement et une compréhension partagée des enjeux environnementaux et de l'engagement requis par la permacircularité. Ces demandes peuvent dans une certaine mesure être

incorporées dans les cahiers des charges et autres spécifications contractuelles lors du choix du fournisseur. Finalement, le transport entre le fournisseur et le lieu de production peut constituer une part importante de l’empreinte environnementale des produits. Maitriser cette donnée peut donc être un levier intéressant, d’autant plus que privilégier les acteurs locaux permet de réaliser des activités contextuellement adaptées au territoire, d’augmenter le dynamisme des interactions entre ressources locales ou encore plus largement, d’initier une forme d’action collective (Callois, 2020).

Raison d’être

Les enjeux liés à la raison d’être ont déjà été développés dans la section 3.2.1, mais il est important de rappeler ici que sa formulation doit réellement s’inscrire dans les activités internes sous forme de projets concrets et mesurables.

3.2.5 La contextualisation au secteur primaire / secondaire / tertiaire

Les sections 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3 et 3.2.4 ont défini les indicateurs minimaux ainsi que certains additionnels permettant d’évaluer la permacircularité de n’importe quelle activité. Néanmoins, la mesure de la permacircularité étant fondamentalement contextuelle, le panel d’indicateurs peut (et doit) être adapté à la situation. Le Tableau 7 ci-dessous présente quelques caractéristiques primordiales quand il s’agit de mesurer la permacircularité.

	Définition (INSEE, 2022)	Caractéristiques dans la perspective de la permacircularité
Secteur primaire	Activités dont la finalité consiste en une exploitation des ressources naturelles : agriculture, pêche, forêts, mines, gisements.	<ul style="list-style-type: none"> • Mettre en œuvre les actions régénératives • Adapter les techniques culturelles • Anticiper l’incompatibilité entre extractivisme et durabilité
Secteur secondaire	Activités consistant en une transformation plus ou moins élaborée des matières premières (industries manufacturières, construction).	<ul style="list-style-type: none"> • Écoconception de l’ensemble des produits optimisés pour leur sobriété énergétique et matérielle • Favoriser les créations low-tech et open source • Créer des écosystèmes industriels d’échange de matière/énergie/information • Mettre en place une économie de la fonctionnalité plutôt qu’une économie de la production • Favoriser puis n’utiliser que des matières premières issues d’actions régénératrices
Secteur tertiaire	Activités qui s’étendent du commerce à l’administration, en passant par les transports, les activités financières et immobilières, les services aux entreprises et services aux particuliers, l’éducation, la santé et l’action sociale.	<ul style="list-style-type: none"> • Concevoir pour l’optimisation énergétique (code source sobre, réduction automatique de la qualité de streaming, systèmes d’optimisation d’autres activités) • Permettre la création d’une économie intensive en information • Permettre le financement d’initiatives compatibles avec la permacircularité • Réinventer une valorisation holistique dépassant la simple valeur d’utilité marginale • Création d’un imaginaire culturel low-tech et bio-inspiré

Tableau 7 : Caractéristiques permacirculaires des secteurs primaires, secondaires et tertiaires.

3.2.6 Les suites d'une analyse de permacircularité

Étant donné le contexte économique et culturel profondément incompatible avec les limites planétaires, nous pouvons nous attendre à ce que la quasi-totalité des organisations mesurées (si ce n'est toutes) ne réponde pas à l'ensemble des critères de permacircularité. En effet, il convient de rappeler que la permacircularité « *est une propriété globale d'un système économique dans son ensemble. Une entreprise qui réduit de façon visible sa consommation de ressources peut par conséquent, au mieux, être considérée comme orientée vers* » (Arnsperger & Deibler, 2017, p. 35) la permacircularité.

Néanmoins, étant donné sa construction, les indicateurs de permacircularité vont souligner les forces et les faiblesses des activités telles que pratiquées actuellement. En ce qui concerne les forces, il est important de les reconnaître et de s'assurer qu'elles ne soient pas détériorées au fil du temps. Les faiblesses sont, quant à elles, des indications de ce qu'il faut faire évoluer. Les outils de design permaculturels (voir section 2.4.3.3) apportent dans ce cas toute leur plus-value.

Tout d'abord, il s'agit d'observer les résultats. D'où viennent les manquements mesurés ? Cela représente-t-il une part importante des manquements ? Cette attitude très permaculturelle de l'observation avant l'action rend ainsi les principes et les outils de la permaculture très adaptés, notamment l'acronyme OBREDIM (voir section 2.4.3.3). Ensuite, il s'agit de s'attarder sur les indicateurs liés à la raison d'être afin d'identifier ce qui manque. La permacircularité met en avant la primauté de l'intention (Arnsperger & Deibler, 2017, p. 5) comme condition pour orienter les activités humaines dans les limites planétaires (tout comme la permaculture d'ailleurs, voir section 2.4.3.2).

Les manquements identifiés doivent amener à la construction d'un plan d'amélioration (qui peut d'ailleurs être par essence très simple) permettant d'améliorer les indicateurs les plus faibles, tout en établissant une priorisation et une affectation des ressources cohérentes avec celles disponibles. Une revue annuelle ou bisannuelle est alors envisageable.

3.3 Proposition du set d'indicateurs de la permacircularité (sous-question SQ3)

Nous nous sommes interrogés dans la section 1.5.1 *quels sont les indicateurs pertinents dans le cadre des trois niveaux de la permacircularité*.

Notre réflexion a tout d'abord fait apparaître que les indicateurs sont, au moins en partie, contextuels (voir section 3.2.5). Ainsi, il est opportun de s'interroger sur les spécificités du secteur et des activités dans lesquelles la structure étudiée se situe. La réflexion sur les indicateurs contextuels du cas d'étude peut ainsi être trouvée en section 4.2.2. Il s'agit de mesurer efficacement ce qui importe.

Nous avons ensuite souligné l'importance de la raison d'être et le fait qu'elle doit être compatible avec les limites planétaires et le cadre de la permacircularité (voir section 3.2.1).

Ensuite, étant donné la complexité et la portée holistique de la permacircularité, il semble difficile de se contenter de ce que serait un indicateur unique de permacircularité. Cependant, afin d'ordonner ces multiples indicateurs et de s'assurer de la couverture intégrale

des grandeurs à mesurer, un regroupement thématique a été effectué. La liste d'indicateurs s'articule donc de la manière suivante :

- L'architecture générale de la mesure de permacircularité est de fonctionner par thèmes (issus de la réflexion sur l'étendue de la permacircularité) y compris les indicateurs contextuels
- Chaque indicateur est affecté à une ou plusieurs dimensions de la permacircularité
- Chaque indicateur est également affecté à un niveau de permacircularité
- Finalement, l'échelle d'évaluation est définie pour chaque indicateur

Cela résulte au tableau récapitulatif de l'ensemble des indicateurs ci-après (Tableau 8)

Thème	Description	Échelle suggérée	Niveau	Dimensions			Remarques
				Effic.	Circ.	Traj. C&C	
→ Indicateurs supplémentaires contextuels aux activités analysées à placer ici.							
Énergie : Carburants	Quelle quantité / produit	Valeur absolue	Niveau -1	X		X	
	Source	Non renouvelable / renouvelable 0 / 1	Niveau -1		X		
	Variation annuelle / produit	Augmentation / Diminution 0 / 1	Niveau -1			X	
Énergie : Électricité	Quelle quantité / produit		Niveau -1	X		X	
	Source	Non renouvelable / renouvelable 0 / 1	Niveau -1		X		
	Variation annuelle / produit	Augmentation / Diminution 0 / 1	Niveau -1			X	
Eau	Quelle quantité / produit		Niveau -1	X		X	
	Source	En tension / Sans tension	Niveau -1		X		
	Variation annuelle / produit	Augmentation / Diminution 0 / 1	Niveau -1			X	
	Récupération et utilisation de l'eau de pluie	Non / Oui 0 / 1	Niveau -1			X	
Matérialité	Masse des déchets incinérables / produit	Valeur absolue	Niveau -1	X			
	Variation de la masse des déchets incinérables / produit	Augmentation / Diminution 0 / 1	Niveau -1			X	
	Masse des déchets recyclables / produit	Valeur absolue	Niveau -1	X			
	Variation de la masse des déchets recyclables / produit	Augmentation / Diminution 0 / 1	Niveau -1			X	
	Masse des déchets compostables / produit	Valeur absolue	Niveau -1	X			
	Variation de la masse des déchets compostables / produit	Augmentation / Diminution 0 / 1	Niveau -1			X	

Thème	Description	Échelle suggérée	Niveau	Dimensions			Régén.	Remarques
				Effic.	Circ.	Traj. C&C		
	Utilisation d'objets à usage unique	Incinérable et recyclable / Compostable / Aucun 0 / 1 / 2	Niveau -1		X	X		
Personnel	Employabilité : Un plan de formation est-il prévu	Non / Oui 0 / 1	Niveau -1				X	
	Bien-être : Un retour est-il permis et formalisé ?	Non / Oui 0 / 1	Niveau -1				X	
	Autonomie : Structure hiérarchique favorisant l'autonomie	Non / Oui 0 / 1	Niveau -1				X	
	Écarts de salaire transparents ou salaires limités	Non / Oui 0 / 1	Niveau 0			X		
Clients	Notices et informations disponibles pour le client	Non / Oui 0 / 1	Niveau 0	X				
	Récupérer le feedback client (satisfaction)	Non / Oui 0 / 1	Niveau -1	X			X	
	Récupérer le feedback client (utilisation)	Non / Oui 0 / 1	Niveau 0	X	X	X		
Fournisseurs	Empreinte matérielle / énergétique disponible	Non / Oui 0 / 1	Niveau -1			X		
	Mesures Efficacité / Circularité disponibles	Non / Oui 0 / 1	Niveau -1	X	X			
	Localisation géographique des fournisseurs principaux	>100km / <100km / <20km 0 / 1 / 2	Niveau -1	X				Paliers définis arbitrairement. Une analyse scientifique serait nécessaire.
	La sélection des fournisseurs se fait elle sur d'autres critères que financiers ?	Non / Oui 0 / 1	Niveau 0			X		
Raison d'être	La raison d'être intègre-t-elle des enjeux s'inscrivant dans	Non / Oui 0 / 1	Niveau 0				X	

Thème	Description	Échelle suggérée	Niveau	Dimensions				Remarques
				Effic.	Circ.	Traj. C&C	Régén.	
	chacun des 3 piliers éthiques de la permaculture ?							
	L'impératif régénératif est-il inscrit dans la raison d'être ?	Non / Oui 0 / 1	Niveau +1			X	X	
	Chacun des enjeux définis par la raison d'être peut-il être tracé dans les actions quotidiennes de l'entreprise ?	Non / Oui 0 / 1	Niveau -1	X				
Cadre réglementaire	Y a-t-il des difficultés liées à des règles / normes existantes ou absentes ?	oui/non	Niveau +1	X	X	X	X	
	Une alliance avec d'autres acteurs sur ces sujets est-elle en cours ?	Non / Potentiellement / Oui 0 / 1 / 2	Niveau +1	X	X	X	X	
Cadre culturel	Que se passerait-il si tous les acteurs de mon secteur agissaient comme moi ?	Incompatible / Partiellement / Entièrement incompatible avec le monde fini 0 / 1 / 2	Niveau +1	X	X	X	X	
	Y a-t-il des actions promouvant un usage intelligent ? Lesquelles	Non / Oui 0 / 1	Niveau +1	X				
	Y a-t-il des pratiques commerciales poussant à la consommation ? Lesquelles ?	Oui / Non 0 / 1	Niveau +1	X	X	X	X	
Cadre économique	Dans quelle banque se situent les capitaux de la structure ?	Banque n'investissant pas dans le oil & gas : oui/non 0 / 1	Niveau +1			X		
	Qu'est-ce qui est économiquement valorisé ? Ce qui est valorisé est-il multifonctionnel ?	Non / Oui 0 / 1	Niveau +1				X	

Thème	Description	Échelle suggérée	Niveau	Dimensions			Remarques	
				Effic.	Circ.	Traj. C&C		
	Part de redistribution des profits à des actions de régénération	Pour structures à profit : 0% / 2% / 3,5% / 5% 0 / 1 / 2 / 3 Pour structures à but non lucratif : 3	Niveau 0			X	X	Niveaux tirés du travail de Breuzard (2021)
	Part de redistribution des profits au personnel	Pour structures à profit : 0% / 2% / 3,5% / 5% 0 / 1 / 2 / 3 Pour structures à but non lucratif : 3	Niveau 0		X		X	Niveaux tirés du travail de Breuzard (2021)

Tableau 8 : Liste des indicateurs de la permacircularité retenus

4 Mesurer la permacircularité dans le domaine agroalimentaire : le cas du P2R

4.1 Éléments de contexte concernant le P2R

La coopérative du Panier Bio à 2 Roues (plus tard P2R) a été créée en 2010 et fonctionne en Agriculture Contractuelle de Proximité (ACP)⁴⁴. Elle livre ainsi à fin 2022 environ 330 paniers dans 19 points de livraison répartis sur l'agglomération lausannoise. L'intention initiale était de mettre en place une structure permettant aux citoyens de se mettre en relation avec des producteurs locaux en agriculture biologique et ainsi construire des ponts pérennes entre l'espace urbain et son hinterland agricole. La coopérative entend « *minimiser l'impact sur l'environnement de ses activités et de toute la chaîne d'approvisionnement [...] en privilégiant un usage raisonné des ressources* » (P2R, 2022, art. 2. al. 2). Les légumes des paniers proviennent à 70% du terrain de 1,3 ha en propre par les maraîchères et maraîchers de la coopérative. Il est aussi possible de souscrire un abonnement pour des œufs, du pain, du tofu ou encore du fromage. L'ensemble est fourni par un ensemble de plus de 30 producteurs situés dans un rayon de 50 km.

La structure de la coopérative entend, d'une part, créer des liens dans la durée en permettant une stabilité à l'échelle d'une année et en incitant à rester par le simple fait de payer une part sociale. D'une autre part, elle entend rapprocher physiquement production et consommation en assortissant l'abonnement d'une certaine quantité de demi-journées de travail à effectuer pour la coopérative. Outre un abaissement des coûts, cela permet d'appréhender la réalité du travail agricole.

Les activités de la coopérative peuvent se diviser en trois types :

1. L'activité de maraîchage et production de légumes en elle-même. Par l'intermédiaire d'intrants, de plantons, l'énergie et d'eau et du travail des maraîchers et coopérateurs, les légumes sont produits
2. Ensuite, la mise en panier des produits internes et externes est effectuée
3. L'activité de livraison par l'intermédiaire de vélo cargo.

La coopérative emploie 4,3 ETP, répartis entre 3 maraîcher·ère·s, 3 saisonnier·ère·s, 5 livreur·euse·s et 1 coordinateur. Il y a également 7 membres du comité bénévoles et périodiquement un stagiaire et un apprenti.

Le terrain de maraîchage est loué par la Ferme de la Combe depuis 2021. Les 1,3 ha, 7848m² sont cultivés sur 218 planches de culture, 1000m² le sont sous serre tunnel. Ceci permet la production d'une soixantaine de variétés réparties en 15 à 20 espèces différentes.

⁴⁴ L'équivalent suisse des AMAP françaises (Association pour le Maintien d'une Agriculture Paysanne).

4.2 Mesure de la permacircularité du P2R

4.2.1 Tentative d'utilisation d'outils déjà existants

4.2.1.1 La sélection des outils

Avant la définition des indicateurs présentés dans la section 3.2, une approche alternative a été utilisée afin de déterminer la permacircularité du P2R par l'utilisation des outils de mesure de la durabilité existants afin de bénéficier du travail scientifique mobilisé pour les créer. Face aux plus de soixante méthodes basées sur les indicateurs recensés (Zahm, Barbier, et al., 2019, p. 40), l'ouvrage de Feschet *et al.* (2016) s'est avéré précieux par la liste des outils contenue dans le chapitre 5. Les critères suivants de sélection ont été formulés.

Tout d'abord, compte tenu de la centralité des activités internes dans la représentation de l'étendue de la permacircularité (Figure 20) et du fait que la permacircularité découle d'un engagement personnel sincère (voir 3.2.1 sur l'importance de la raison d'être), une méthode de mesure à l'échelle de la ferme était privilégiée. Il est en effet considéré que ce sera sur l'initiative personnelle du responsable d'une structure que sera lancée une évaluation de la permacircularité.

Ensuite, il était entendu que l'outil devrait s'inscrire dans une démarche de durabilité forte, c'est-à-dire de la prise en compte de la non-substituabilité des diverses formes de capitaux. Cela va de pair avec la prise en compte de la dynamique spécifique des limites planétaires (voir section 0).

Finalement, l'outil doit permettre de prendre en compte la dimension systémique et l'inscription de la « multifonctionnalité » (Zahm et al., 2015, p. 106) de l'exploitation agricole au sein d'un agro-socioécosystème complexe (voir les caractéristiques d'une agriculture permacirculaire développée dans la section 2.4.4). L'intérêt de l'utilisation d'un outil déjà existant et approuvé apparaissait alors particulièrement attrayant afin de bénéficier d'un outil publié en *peer review* « aussi simple que possible tout en prenant en compte la complexité du système et en couvrant les interrelations entre indicateurs »⁴⁵ (de Olde, Oudshoorn, Sørensen, Bokkers, & de Boer, 2016, p. 393).

À l'épreuve des critères évoqués ci-dessus, il est alors rapidement ressorti une liste réduite à deux outils : IDEAv4 et RISE. Il se trouve que, outre leur potentiel, ces deux outils sont parmi les « plus utilisés dans le monde du développement agricole et de la recherche en Europe » (Zahm, Alonso Ugaglia, et al., 2019, p. 8), rendant une éventuelle comparaison entre fermes relativement aisée.

⁴⁵ Traduction personnelle « *should be as simple as possible while addressing the complexity of the system, and covering relations among indicators.* »

RISE

RISE version 3.0 est un outil développé et maintenu par la Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires de la Haute École Spécialisée de Bernoise depuis les années 2000. L'outil se compose d'un questionnaire permettant de rassembler les informations nécessaires aux 46 indicateurs (voir l'Annexe III, section 8 pour la liste complète). Une fois renseignés dans l'outil en ligne, cela permet d'obtenir un polygone de durabilité dans lequel les indicateurs sont répartis suivant dix thèmes (Figure 22). Chaque point noir sur chaque axe correspond à la valeur pour un indicateur donné, la valeur pour le thème étant la moyenne arithmétique de l'ensemble des indicateurs le composant. Cela permet de juger d'un éventuel écart-type important ou, au contraire, de la cohérence parmi les indicateurs d'un même thème. Cet outil a été appliqué à plus de 3500 fermes dans 58 pays. Une des forces de l'outil est le visuel du polygone de durabilité qui constitue un outil efficace de synthèse de l'ensemble des enjeux (et rappelle la représentation graphique iconique des limites planétaires, voir section 1.1), tout en mettant parfaitement en avant les points forts et points faibles de la ferme. L'auditeur RISE doit avoir suivi une formation et un manuel (Grenz et al., 2018) explicitant la démarche et le mode de calcul de chacun des indicateurs est disponible.

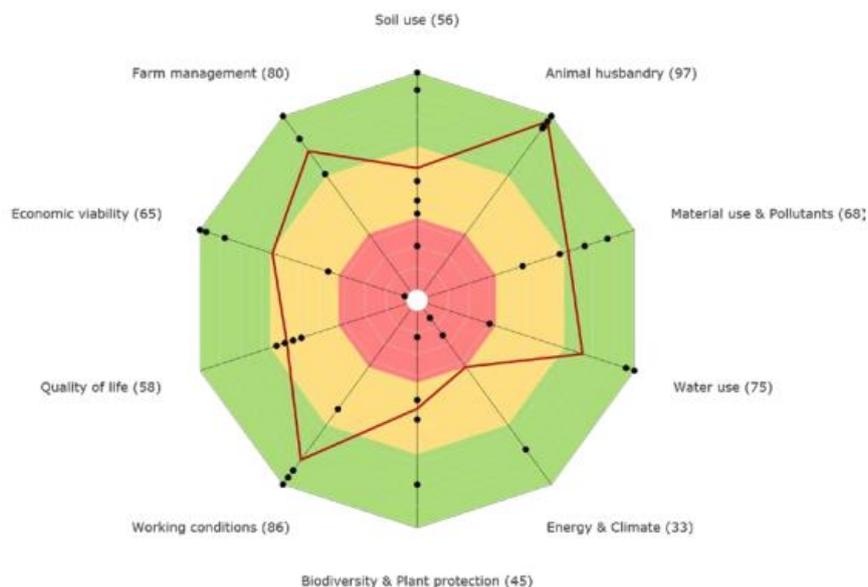


Figure 22 : Le polygone de durabilité RISE

IDEA

L’outil IDEA v.4 (Zahm et al., 2018) est un outil développé en France dans le cadre de l’Institut National pour la Recherche Agronomique. Le même set de 53 indicateurs (voir l’Annexe II section 7 pour la liste complète) est utilisé pour éclairer à la fois les cinq propriétés clés (Autonomie, Capacité productive, Robustesse, Ancrage territorial, Responsabilité globale) et les 13 composantes regroupées en trois dimensions (agroécologique, socioterritoriale et économique) identifiées comme décrivant la durabilité d’une exploitation (voir Figure 23). L’accès à la feuille Excel de calcul est accompagné de manuels décrivant également chaque mode de calcul des indicateurs. Il est intéressant de noter que l’outil ne se contente pas de moyennes arithmétiques simples, mais utilise plutôt une combinaison de moyennes par sommes, par sommes plafonnées et par l’utilisation du logiciel DEXi d’aide à la décision (Zahm, Barbier, et al., 2019, p. 44).

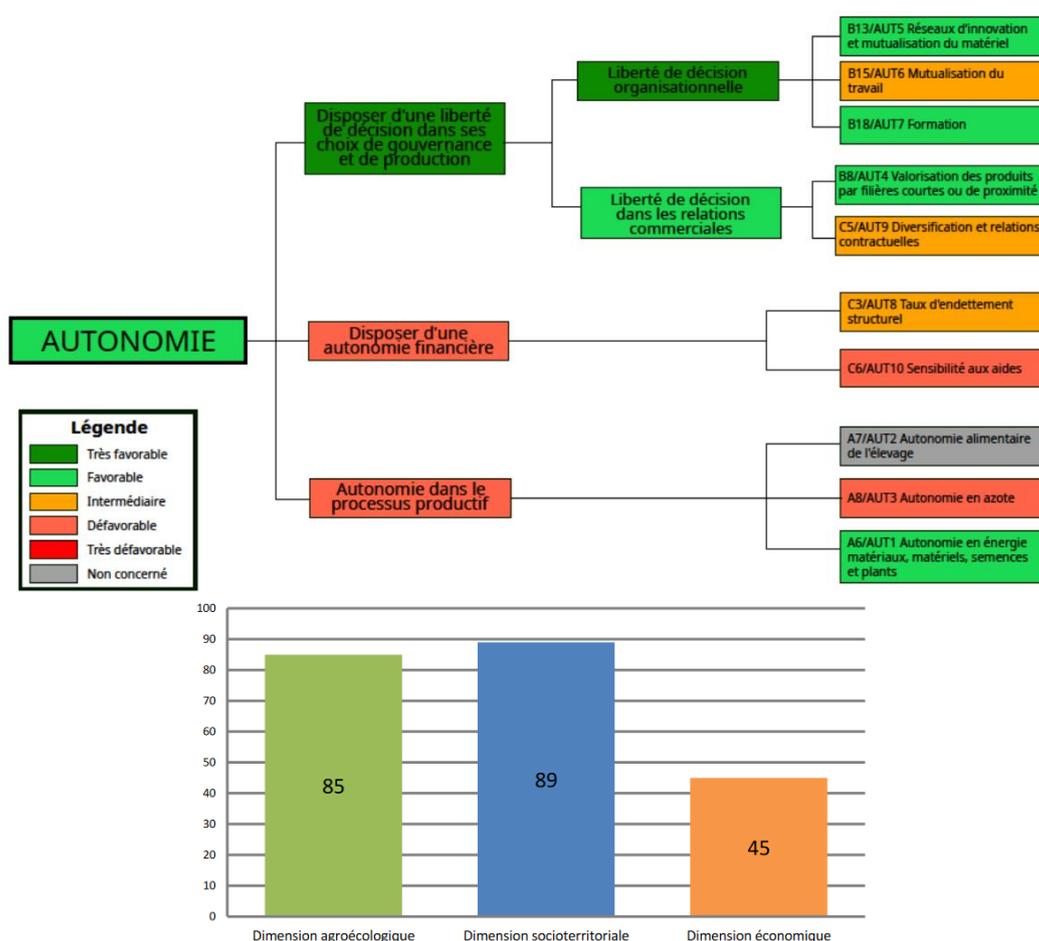


Figure 23 : Représentation d’une propriété et des trois dimensions d’IDEA v.4 (Zahm, Barbier, et al., 2019)

L’exhaustivité et la multiplicité des perspectives données par les calculs rendent IDEA v.4 de fait extrêmement complet, mais également sensiblement plus compliqué d’exploitation que RISE.

Dans le cadre de l’analyse du P2R, la décision a été prise de procéder à une évaluation RISE dans un premier temps, puis de capitaliser sur les données récoltées pour faire l’évaluation IDEA.

4.2.1.2 *Le déploiement des outils existants dans le cadre du P2R*

Le déploiement de RISE et IDEA dans le cadre du P2R s'est néanmoins heurté à divers écueils.

Tout d'abord, les outils RISE et IDEA sont des outils extrêmement exhaustifs, demandant une quantité de données d'entrée importante, tant sur les aspects agronomiques que sur les aspects financiers, ressources humaines, etc. Schader *et al.* (2014) ont bien identifié le fait que l'évaluation requiert un compromis entre l'étendue et la précision et dans le cadre du P2R cultivant plus de 60 variétés réparties en une vingtaine d'espèces, la charge de travail pour remplir les tableaux de rendement pour chacun d'entre eux s'est avérée un point bloquant. Le P2R souhaitait effectivement obtenir une évaluation générale de leur durabilité sans forcément avoir à mobiliser toutes ces données.

Cela a abouti à un temps passé sur le remplissage des questionnaires dépassant largement ceux évoqués par de Olde *et al.* (2016, p. 395) avec, par conséquent, un investissement de la part du personnel du P2R supérieur à celui agréé initialement. Cet investissement était d'autant plus insoutenable que le bénéfice de ce travail n'apparaissait pas aux yeux du P2R étant donné que de par ses statuts même, la coopérative met en place des méthodes de culture durables tout en cherchant à les améliorer en continu (P2R, 2022). Il faut néanmoins noter que ce dépassement de charge de travail peut au moins en partie être également lié au fait que la formation à l'outil RISE n'a pu être suivie dans les limites temporelles de ce projet. La compréhension des subtilités de chaque question demandait ainsi un travail supplémentaire.

La décision d'abandonner ces outils a été d'autant plus facile que RISE et IDEA ne semblaient pas forcément de plus adaptés pour la mesure de la permacircularité du P2R en dépit de leur grande quantité d'indicateurs. En effet, comme le montrent les Annexes II et III, les indicateurs ne couvrent pas l'ensemble des dimensions et de l'étendue de la permacircularité telles que formulées dans les sections 3.1.2.2 et 3.1.2.3.

4.2.1.3 *Éléments de réponse à la sous-question SQ4*

Nous nous sommes demandé dans la section 1.5.1 *dans quelle mesure des outils d'évaluation de la durabilité déjà existants permettent d'évaluer le niveau de permacircularité d'activités humaines.*

Nous pouvons apporter des éléments de réponse à la lumière de la tentative de déploiement des outils RISE et IDEA dans le cadre du P2R. À cet effet, une revue de chacun des critères vis-à-vis des niveaux (voir section 2.4.1.3) et des dimensions (voir section 3.1.2.2) de la permacircularité est consignée dans les annexes II et III.

Tout d'abord, les résultats d'un outil dépendent avant tout du cadre méthodologique choisi et des seuils jugés mauvais ou acceptables (Schader *et al.*, 2014, p. 8). Or l'auteur de ce mémoire ne possédait pas l'expertise nécessaire pour juger de la position des seuils retenus. Une utilisation critique dans le cadre de la permacircularité nécessiterait donc des compétences et une équipe de recherche spécifique.

Une revue des indicateurs à la lumière des dimensions de la permacircularité (voir les annexes II et III) a ensuite révélé une sous-représentation importante des indicateurs de niveau

0 et +1. Ce manquement est entièrement légitime, car la finalité des outils (qui ne possèdent pas de relations avec la permacircularité) se focalise à l'échelle de la ferme, ce qui tend à mettre de côté des indicateurs qui ne sont pas directement liés aux activités internes.

Il en découle néanmoins que RISE et IDEA offrent une très bonne base de travail quant à la mise en avant d'un certain nombre d'indicateurs de niveau -1 particulièrement pertinents pour le cadre du P2R. Nous pouvons donc conclure que les outils existants peuvent offrir un vivier d'indicateurs de niveau inférieur (-1) très travaillés, si tant est qu'une expertise soit disponible pour en faire usage de manière critique.

4.2.2 Définition des indicateurs contextuels au P2R

Il s'agit d'articuler ici le portrait-robot d'une agriculture permacirculaire brossé dans la section 2.4.4 et les caractéristiques du secteur primaire évoquées dans la section 3.2.5 avec le contexte dans lequel se situe le P2R afin d'en dégager les indicateurs pertinents non déjà inclus dans la liste générale des indicateurs de permacircularité (section 3.3).

En premier lieu, une série d'indicateurs décline la thématique de la régénération de l'environnement. Ce volet régénératif est particulièrement primordial pour les activités du secteur primaire, car ce sont celles qui sont en lien direct avec l'environnement, que ce soit par le biais de l'extraction ou de la culture. Dans le cas des activités agricoles, la santé du sol dans toute sa complexité à l'interface entre le minéral, le végétal ou encore l'animal est de prime importance.

Nous avons précédemment évoqué le fait que les activités humaines ne peuvent se cantonner à limiter ses impacts, l'enjeu aujourd'hui est la régénération (Keller, 2022). Le premier indicateur est donc la mesure du taux d'humus qui permet à la fois une bonne vitalité du sol, une capture accrue du carbone et une bonne capture de l'eau (Holmgren, 2002). Les méthodes culturales doivent donc en assurer l'augmentation. Ensuite, la question de la concurrence entre agriculture et espaces naturels se trouve mesurée par la diversité des espèces cultivées (qui permettent par ailleurs d'assurer une certaine résilience de l'entreprise face aux aléas), la mise en place d'un plan d'action visant à renforcer les liens avec la biodiversité ou encore la plantation d'arbres et de haies.

Finalement, une mesure est faite de l'utilisation de pesticides et de l'utilisation d'auxiliaires contre les parasites. Il est extrêmement compliqué de se passer de tout pesticide, une gradation est donc faite entre pesticides de synthèse dont les molécules peuvent persister dans l'environnement (et constituent une pollution chimique parfois irréversible, voir la limite planétaire pollution chimique évoquée section 1.4.1) et pesticides admis en agriculture biologique qui ont généralement un temps de résidence réduit et une forte biodégradabilité.

Le second thème est celui du bouclage des flux d'azote (N) et phosphore (P). Minéraux indispensables à la bonne croissance des végétaux, ils s'avèrent indispensables à l'agriculture (voir section 1.4.1) et forment une des limites planétaires identifiées par Steffen *et al.* (2015) dont les variables d'activation ont largement dépassé la frontière du seuil de stabilité. Trois sources ont été identifiées, du moins soutenable (minéraux extraits et

synthétisés) au plus soutenable (intrants N et P sourcés directement dans le périmètre des activités de la ferme).

Dans le cadre de la permacircularité, l'agriculture se doit d'être multifonctionnelle. Elle doit endosser le remplacement de l'ensemble des matières premières. La production agricole doit donc prendre de multiples formes.

Finalement, nous reprenons à notre compte la thèse du collectif *L'atelier Paysan*, pour lesquels la mécanisation de l'agriculture l'enferme dans sa perspective productiviste nihiliste du vivant (L'Atelier Paysan, 2021). Les indicateurs s'articulent ainsi suivant trois questions : l'enjeu de la minimisation de la mécanisation, celle de l'autoconstruction d'outils adaptés au contexte et enfin celui de la mutualisation.

Le Tableau 9 ci-dessous présente l'ensemble des indicateurs contextuels définis pour le P2R (et probablement toute entreprise agricole du secteur primaire).

Thème	Indicateur	Quantification
Régénération environnementale	Le taux d'humus est-il en augmentation ?	non / oui 0 / 1
	Diversité des espèces cultivées	<3 / <10 / 10+ 0 / 1 / 2
	Existe-t-il un plan d'augmentation de la complexité des interactions écosystémiques	non / oui 0 / 1
	Utilisation d'arbres haute tige et diversité des arbres	0 / <3 / 6+ 0 / 1 / 2
	Installation de haies et diversité des haies	0 / <3 / 6+ 0 / 1 / 2
	Ménagement d'habitats pour la biodiversité	non / oui 0 / 1
	Utilisation de pesticides	pesticides de synthèse / pesticides compatible bio / aucun pesticide 0 / 1 / 2
	Utilisation d'auxiliaires contre les parasites	non / oui 0 / 1
Bouclage des flux N et P	Origine des intrants azotés (N) organiques	non renouvelable / renouvelable / sourcé dans la ferme 0 / 1 / 2
	Origine des intrants potassium (P) organiques	non renouvelable / renouvelable / sourcé dans la ferme 0 / 1 / 2
Production non alimentaire	Fibres	non / oui 0 / 1
	Bois	non / oui 0 / 1
	Solvants	non / oui 0 / 1
	Métaux	non / oui 0 / 1
Autonomie matérielle	Minimisation de la complexité et de la quantité de machines	non / oui 0 / 1
	Autoconstruction ou utilisation d'outils spécifiquement conçus au contexte de la ferme	non / oui 0 / 1
	Mutualisation des outils et équipements	non / oui 0 / 1

Tableau 9 : Tableau récapitulatif des indicateurs contextuels aux P2R

4.2.3 Résultats de la mesure de la permacircularité pour le P2R

L'évaluation de la permacircularité du P2R a été réalisée en évaluant leurs activités vis-à-vis des critères évoqués dans la section 3.3 ainsi que les indicateurs contextuels évoqués ci-dessus dans le Tableau 9. Les données utilisées sont celles rassemblées lors de la tentative d'utilisation des outils RISE et IDEA, complétées par des entretiens avec le coordinateur de la coopérative. Dans une volonté d'application du *design thinking* (voir section 2.4.3.3) permettant de produire à la fois un outil jugé comme utilisable par le P2R et d'utiliser l'expérience pratique issue des activités de la coopérative, une revue de l'ensemble des critères a été effectuée avant évaluation avec le coordinateur. Cela a permis d'affiner certains critères et certaines échelles afin qu'elles correspondent mieux aux enjeux de coopératives et microfermes en maraîchage.

Le tableau complet des réponses aux différents critères est disponible dans l'Annexe IV, section 9. Les Figure 24, Figure 25 et Figure 26 présentent le niveau de permacircularité de la coopérative suivant la perspective des niveaux, des dimensions et des thèmes. Chacune apporte une perspective et des discussions différentes et complémentaires. Les résultats sont exprimés ci-après en pourcentage, mais les graphiques comportant les notes brutes sont reproduits dans l'Annexe V section 10 pour références. En agissant dans la perspective du principe de design en permaculture « *Concevoir des motifs aux détails* » (B. Mollison, 1993), nous nous attacherons à présenter les résultats par niveau, puis dimension, avant de plonger dans les détails des résultats par thème.

4.2.3.1 Permircularité par niveau : résultats et discussions

Les résultats concernant les indicateurs en les représentant par le prisme du niveau permacirculaire (voir sections 2.4.1.3 et 3.2) sont présentés dans la Figure 24.

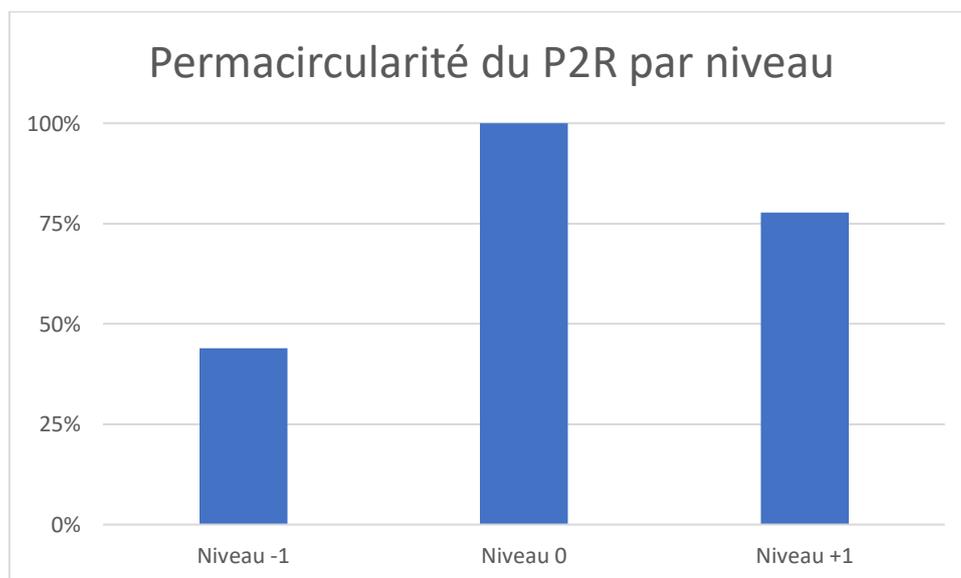


Figure 24 : Mesure de la permacircularité du P2R par niveau

Il est intéressant de noter la présence d'une vraie différence entre les niveaux 0 et +1 se situant à un niveau de 75 % et plus par rapport au Niveau -1 qui culmine à moins de 50 %.

Les bons résultats pour les niveaux supérieurs (0 et +1) semblent attester du fait que le P2R se reconnaît comme une partie d'un système plus grand et qu'elle est prête à en assumer sa part tout en se refusant de se contenter d'agir sur ses actions propres uniquement.

Le P2R remplit par exemple tous les critères évalués comme relevant de l'établissement d'une économie *authentiquement circulaire*. Cela se traduit par ses actions auprès de ses clients par une production répondant à leurs besoins et en donnant une bonne quantité d'information permettant de limiter les gaspillages par exemple. Cette volonté de peser au-delà de ses activités propres est également particulièrement visible au niveau +1. La coopérative n'hésite pas par exemple à s'impliquer afin de résoudre des inadéquations réglementaires touchant l'ensemble des coopératives agricoles et fait partie de réseaux de pression permettant de faire peser sa voix dans le paysage politique et l'opinion publique. À ce niveau +1, les seuls manquements du P2R sont l'absence de l'inscription dans la raison d'être de l'*impératif régénératif* (voir section 3.1.2.2) et l'insoutenabilité de certaines pratiques liées à l'utilisation d'énergie fossile et de matières premières non renouvelables.

La situation est plus contrastée au niveau -1, pour lequel le P2R ne remplit que la moitié des critères. Plusieurs raisons peuvent expliquer ce résultat.

En premier lieu, le P2R ne produit que de la nourriture, alors que 4 points (soit un équivalent de quasiment 10%) sont attribués à la production non alimentaire (fibres, bois, solvants, métaux). Ensuite, 7 points (soit un équivalent d'environ 17%) ne peuvent être attribués par manque de points de mesures actuels et historiques internes au P2R : ce sont des indicateurs qui appellent par exemple à mesurer une variation annuelle de l'empreinte matérielle ou énergétique. Étant donné que les activités maraîchères du P2R sont récentes et que les indicateurs sont nouveaux, la première mesure de variation annuelle que l'on puisse espérer serait l'année prochaine. Cela fait donc environ 17% qui ne peuvent être évalués actuellement et 10% qui ne pourront être remplis à moins d'étendre le type de production.

Enfin, dans les axes d'amélioration d'ores et déjà envisageables suivant les résultats des indicateurs, nous pouvons citer la création d'un plan d'amélioration de la biodiversité (prévu en 2023), la plantation d'arbres, l'utilisation d'intrants azotés et potassium issus de la ferme, l'autoconstruction d'outils spécifiques ou encore la mise en place d'un plan de formation (prévu en 2023).

4.2.3.2 Permacircularité par dimension : résultats et discussions

Les résultats de l'évaluation par les dimensions sont donnés par la Figure 25.

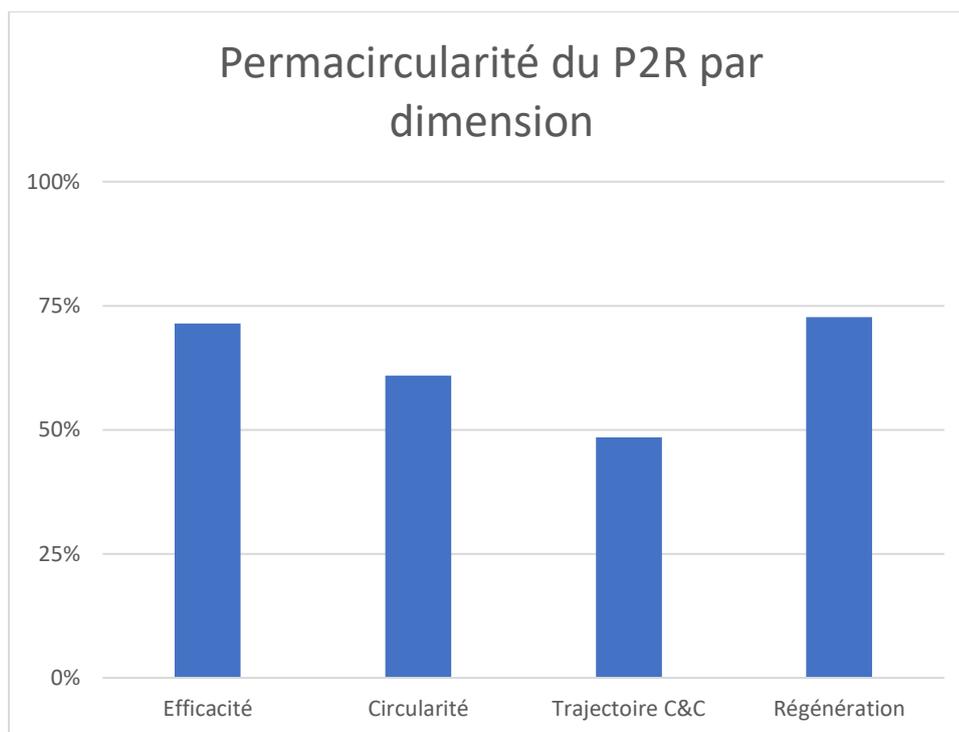


Figure 25 : Mesure de la permacircularité du P2R par dimension

Le résultat en retrait pour la trajectoire Contraction & Convergence s'explique principalement par l'absence des indicateurs de variation annuelle pour la matérialité et l'énergie (voir section précédente 4.2.3.1), qui représente un manque de quasiment 20%.

Dans un second temps, le passage en revue pour chacun des indicateurs n'ayant pas la note maximale dans chacune des dimensions n'a pas révélé plus d'éléments que ceux discutés pour les niveaux (section ci-dessus 4.2.3.1) ou les thèmes (section ci-après 4.2.3.3).

4.2.3.3 Permacircularité par thème : résultats et discussions

Les résultats décomposés par thèmes appellent quelques discussions.

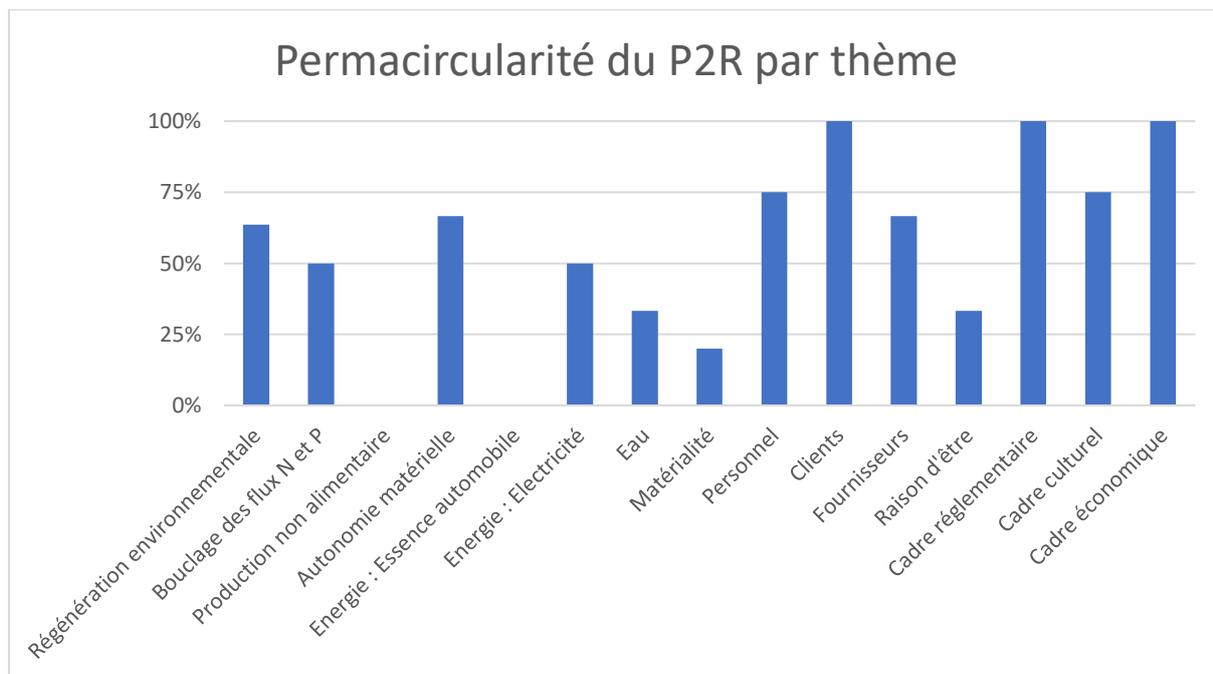


Figure 26 : Mesure de la permacircularité du P2R par thème

Dans la perspective des points à améliorer, les deux thèmes ne recueillant aucun point sont, sans surprise, la production non alimentaire et l'utilisation de carburant fossile (pour leur motoculteur et leur fourgon). Dans le premier cas, le P2R n'a pas prévu pour l'instant de produire autre chose que des aliments. Dans le second cas, la source de carburant étant non renouvelable, combiné à l'absence de données concernant la variation annuelle de l'utilisation de l'essence ne permet pas de comptabiliser le moindre point. Néanmoins, il pourrait être intéressant d'obtenir des informations sur l'intensité énergétique d'autres paysans afin de pouvoir envisager de raffiner l'échelle de points prenant en compte l'efficacité comparée à d'autres acteurs du milieu.

À propos du thème de la régénération environnementale, les actions prévues pour 2023 devraient faire grimper la note vers les 80%.

En ce qui concerne les thèmes concernant que l'eau, la matérialité ou encore l'électricité, l'évaluation souffre de l'absence des indicateurs de variation annuelle qui ne seront disponibles que l'année prochaine.

La perspective détaillée des thèmes fait également ressortir des points forts. En premier lieu, le lien privilégié avec les clients qui sont également coopérateurs est bien mis en avant par la note de 100%. La proximité et l'écoute de leurs besoins y sont pour beaucoup. L'attention portée au personnel transparait également puisque le seul indicateur qui n'est pas rempli est la présence d'un plan de formation, qui sera mis en place courant 2023. Finalement, les liens avec les fournisseurs sont également présents avec une localisation de ceux-ci et une sélection sur d'autres critères que ceux seulement financiers. Néanmoins, il est acté que les indicateurs de matérialité, d'énergétique ou encore d'efficacité et de circularité ne sont pas calculables dans les limites de ressources humaines des petites exploitations agricoles. C'est

ainsi que le P2R utilise les labels tels que les labels Bio Suisse, comme proxy pour la mesure de durabilité des fournisseurs.

Finalement, comme souligné par les résultats par les niveaux (section 4.2.3.1), les bons résultats sur les thèmes contenant une grande part d'indicateurs du niveau 0 et +1 (cadre économique, culturel et réglementaire) consacrent leur implication sur les dimensions plus grandes que leurs propres activités.

4.2.4 Conclusions de l'analyse du P2R et éléments de réponse à la sous-question SQ5

4.2.4.1 Conclusions liées à la méthode proposée d'analyse de la permacircularité

La mise en application de l'ensemble d'indicateurs définis précédemment a permis de souligner quelques caractéristiques pertinentes.

Tout d'abord, la multiplicité des perspectives permet de donner du relief aux résultats et d'interroger ceux-ci quant à leur signification. Cette caractéristique est apparue comme étant une force du modèle proposé en retranscrivant la complexité et les éventuelles incohérences. Ainsi, la perspective par niveau permet de voir si l'entreprise se voit comme étant une structure ayant un rôle à jouer dans un système plus grand. Dans le cas d'une structure avec un bon niveau d'engagement aux indicateurs de niveau 0 ou +1, cela indique qu'elle perçoit la portée de ses actions au-delà de ses seules activités propres.

La perspective par thème, dont la granularité est plus fine, permet de visualiser facilement les thématiques qui sont des points forts ou des points faibles. La perspective par dimensions semble, quant à elle, plus difficile d'utilisation, mais permet de vérifier s'il existe un déséquilibre entre les trois dimensions puisque les indicateurs y sont relativement bien répartis.

Ensuite, les indicateurs sont globalement assez binaires (oui/non) et ne possèdent pas d'une échelle de notation à la granularité plus fine. Cela est dû au constat qu'une échelle fine par indicateur nécessiterait une étude scientifique de ce que serait, pour l'indicateur donné, un niveau de durabilité compatible avec la permacircularité. Cette quantité de travail dépasserait alors le cadre de travail de ce mémoire.

Parmi les exceptions de ce constat, l'échelle des deux indicateurs *Part de redistribution des profits à des actions de régénération* et *Part de redistribution des profits au personnel* est tirée du livre de Stéphane Breuzard *La Permentreprise* (2021). On pourrait d'ailleurs s'interroger sur la justification scientifique de ces seuils, n'étant pas explicités dans l'ouvrage. L'autre exception est l'indicateur de localité des fournisseurs dont l'échelle proposée est la suivante : >100km / <100km / <20km. Ces niveaux sont entièrement arbitraires et le plus petit (20 km) est issu d'une réflexion personnelle sur ce qui me paraît être la distance maximum franchissable dans le cadre d'une logistique bas carbone / basse énergie comme la cyclologistique. Néanmoins, la discussion reste ouverte sur ce type de détails.

C'est une discussion avec le coordinateur du P2R qui a recentré la mesure de la matérialité de leurs activités en mesurant simplement la quantité de déchet produite. La proposition initiale était une mesure plus exhaustive des matériaux entrant le métabolisme de l'organisation, mais cela aurait été extrêmement énergivore à mettre en place. A contrario,

peser ses poubelles est un acte simple qui permet de connaître parfaitement la quantité de matière rejetée et sa destination (incinération, recyclage, compostage).

Finalement, il n'a sciemment pas été établi de niveau à partir duquel les activités de l'organisation sont permacirculaire. Nous avons insisté à plusieurs reprises sur le fait que la permacircularité a une portée systémique. Une organisation évoluant dans un système socio-économique non permacirculaire (le paysage actuel) ne peut par définition être permacirculaire. Il semble donc à priori illusoire de définir une valeur couperet en dessous de laquelle l'organisation étudiée serait ou ne serait pas permacirculaire.

4.2.4.2 Conclusions liées à la permacircularité du P2R (sous-question SQ5)

Nous nous sommes interrogés dans la section 1.5.1 *dans quelle mesure les activités du P2R s'inscrivent-ils dans le cadre de la permacircularité. Autrement dit, cette structure est-elle la préfiguration des fermes soutenables du futur ?*

Afin de tenter de répondre à cette question, les points forts (Tableau 10) et les points faibles (Tableau 11) permettant de discuter la permacircularité du P2R ont été rassemblés dans les tableaux ci-dessous.

Points forts relevés	Éléments à préserver
Proximité avec les clients	Le statut de coopérative favorise les liens étroits entre clients et P2R
Conscience de faire partie de plus grand	Le P2R arrive à se placer dans le contexte plus large des enjeux environnementaux, sociaux et économiques.
Raisonnement en réseau	La coopérative a mis en place un certain nombre de synergies comme la mutualisation de certains outils, l'implication dans des projets portés par d'autres coopératives, ou l'adhésion à des organisations fédérant divers acteurs.
Attention portée au personnel	La transparence est valorisée et la parole de chacun valorisée.

Tableau 10: Points forts du P2R relevés lors de l'évaluation de permacircularité

Points faibles relevés	Suggestion de plan d'action
L'impératif régénératif n'est pas inscrit dans la raison d'être du P2R	Inscrire la régénération dans la raison d'être et l'ancrer par les projets déjà mis en place (haies par exemple) et à venir.
Production alimentaire seulement	Réflexion sur la production d'autres aliments que ceux issus du maraîchage ou encore des matériaux nécessaires aux cultures (produits de biocontrôle, fibres, bois pour piquets, etc.)
Sortir des énergies fossiles	Réflexion sur la sortie des énergies fossiles qui doit être mise en place. Cela fait par ailleurs écho à la ligne ci-dessus sur la nécessité de biosourcer tout ce qui est utilisé pour la culture.
Actions d'amélioration de la biodiversité	Il n'y a pas de plan formalisé pour le moment, mais il est prévu courant 2023
Indicateurs de matérialité à mettre en place	Il n'y a pour l'instant pas d'indicateurs de matérialité (c'est-à-dire la mesure de quantité de déchets produite) mis en place. Cela est nécessaire au suivi des variations annuelles de ces indicateurs.
Favoriser l'employabilité	Il n'y a pas de plan de formation formalisé pour le moment, mais il est prévu courant 2023

Tableau 11: Points faibles relevés durant l'analyse de permacircularité du P2R et propositions d'actions

Les points faibles retenus, source d'amélioration, s'avèrent être des points relativement mineurs, ne remettant pas en compte les fondements des activités du P2R. En effet, deux de ces points faibles seront adressés courant 2023, la proposition de modification de la raison d'être est a priori assez minime et la mise en place des indicateurs de durabilité sera effectuée prochainement. Il reste donc deux points faibles à discuter.

Le premier est le plan de sortie des énergies fossiles. Le P2R minimise aujourd'hui son utilisation des énergies fossiles. Le plan constituerait alors un exercice prospectif qui n'appelle sans doute pas d'action immédiate. Le second est potentiellement plus profond, car il interroge sur la production de légumes uniquement. Cette réflexion est intéressante dans le cadre du P2R, car ses activités de maraîchage s'effectuent sur des terrains loués par une exploitation agricole (La Ferme de la Combe) conduisant principalement des grandes cultures céréalières en bio. À cette échelle globale, le P2R pourrait être vu comme un moyen pour la Ferme de la Combe de diversifier ses cultures. Cela constitue un exemple de coopération remarquable et cela montre la dépendance des résultats en fonction de l'échelle considérée. Il est par ailleurs clair que mettre en place un verger par exemple constitue un métier à part qui nécessiterait une remise en question des activités du P2R et ceci serait prématuré, car la coopérative se situe encore dans la phase d'installation sur le terrain.

Pour conclure, à la revue des points forts (Tableau 10) et les points faibles (Tableau 11) et, plus généralement, des résultats de la coopérative aux indicateurs de niveau 0 et +1 (voir la section 4.2.3.1), le P2R peut être considéré comme étant effectivement « orienté vers » (Arnsperger & Deibler, 2017, p. 38) la permacircularité.

5 Conclusion

5.1 Limites de l'analyse et pistes de recherches futures

Depuis la formalisation du concept de permacircularité dans le livre d'Arnsperger et Bourg (2017) et en dehors de la réflexion menée avec la Banque Alternative Suisse (Arnsperger & Deibler, 2017), ce mémoire constitue une première tentative dans l'opérationnalisation de ce concept. Il ouvre par conséquent tout un champ de recherche dont les avancées permettraient de renforcer la robustesse des analyses de permacircularité et d'en confirmer la pertinence.

Tout d'abord, le diagnostic mené dans la section 1.1.3 n'a fait qu'effleurer la relation entre l'énergie, les matériaux et les sociétés. La découverte tardive des travaux de Nate Hagens durant le processus d'élaboration de ce mémoire avec ses notions d'« *aveuglement énergétique* »⁴⁶ (Hagens, 2020, p. 5) et sa perspective métabolique d'un « 'Superorganisme' avec un métabolisme de 17 TW »⁴⁷ (Hagens, 2020, p. 9) apparaît comme extrêmement prometteuse pour démêler l'écheveau des atteintes environnementales anthropiques. Il semblerait alors opportun de mettre en relation ces concepts métaboliques avec ceux de la permacircularité afin de déterminer si cela pourrait faire apparaître des indicateurs additionnels pertinents.

Ensuite, ce travail s'est particulièrement attaché à créer le cadre des dimensions et de l'étendue de la permaculture ainsi qu'un set d'indicateurs associés. Comme nous avons souligné dans la section 4.2.4.1, la grande majorité des indicateurs possèdent une échelle d'évaluation binaire (oui/non). À la lumière des travaux de Zahm *et al.* (2019; 2018) concernant l'outil d'évaluation IDEA, un projet de recherche amenant à justifier scientifiquement des échelles d'évaluation plus fine pour certains ou l'ensemble des indicateurs pourrait permettre de préciser les résultats de l'évaluation. Ce travail pourrait d'ailleurs résulter à modifier la pondération de chaque indicateur en fonction de l'échelle d'évaluation choisie. Ainsi, dans le set d'indicateurs développé en section 3.3, certains possèdent une échelle d'évaluation s'étendant jusqu'à 2 ou 3. Ce sont donc *de facto* des indicateurs qui ont deux ou trois fois plus de poids que ceux dont l'échelle se limite à 1 (tels les indicateurs binaires oui/non).

Nous avons également souligné le fait que la mesure de la permacircularité doit être contextuelle. Néanmoins, cela peut induire des problèmes lors de la comparaison entre différentes structures, chacune ayant éventuellement adapté son évaluation de permacircularité à son propre contexte. Cela ne poserait cependant une gêne uniquement dans une perspective assez pyramidale, dans laquelle la synthétisation d'informations du niveau inférieur est nécessaire. Dans une perspective de coopération, cet écosystème d'indicateurs pourrait au contraire constituer une richesse et une source de partage de retour d'expérience. Une réflexion supplémentaire sur l'importance de cette limite pourrait ainsi être pertinente et avoir sa place dans le cadre de la mise en place de l'évaluation de la permacircularité.

Cela rejoint la limitation de ce travail qui n'a étudié qu'une unique organisation du secteur primaire. Il serait intéressant de répéter l'évaluation pour d'autres structures de ce secteur, y compris à priori peu engagées à priori sur les questions environnementales

⁴⁶ Traduction personnelle « energy blind »

⁴⁷ Traduction personnelle « a 'Superorganism' with a 17 TW metabolism »

comparativement au P2R afin de voir la différence sur le résultat final des indicateurs. Un travail additionnel doit également être effectué pour les secteurs du secondaire et du tertiaire qui n'ont pas été étudiés dans ce travail si ce n'est l'esquisse de leurs caractéristiques dans la section 3.2.5. Un travail supplémentaire est d'ailleurs également possible pour d'autres activités du secteur primaire telles que celles relevant des activités extractives, pour lesquelles la question du taux de renouvellement comparé au taux d'extraction (et l'insoutenabilité de l'impact environnemental associé) est particulièrement critique pour la permanence de leurs activités.

Finalement, la permacircularité repose sur une démarche personnelle comme nous l'avons souligné à de multiples reprises dans ce travail. Ceci est un point fort, car il induit un engagement profond des acteurs. Une démarche feinte ou hypocrite aboutirait de toute façon inévitablement à une superficialité source de greenwashing (Teulières & Carbou, 2022). Cela revient néanmoins à faire reposer le fardeau sur un individualisme que ne renierait pas l'économie mainstream. Il apparaît dès lors nécessaire de trouver auprès des structures politiques un certain relai permettant la valorisation de telles attitudes. Cela questionne le rôle de l'état et le besoin pressant de réformes institutionnelles comme l'exprime Valiorgue (2020) dans ses réflexions sur l'agriculture à l'heure de l'anthropocène. On peut imaginer une étude des « *dépendances au sentier* » (Valiorgue, 2020, p. 105), de la réorientation des aides et autres paiements directs, et autres réformes nécessaires des institutions afin de permettre l'émergence de ce que les auteurs de la permacircularité appellent « *éco-catallaxie* » (Arnsperger, 2018, p. 48) par exemple. Cette remarque s'étend également aux études économiques portant sur la valeur (ce qui est valorisé et ce qui ne l'est pas dans le cadre économique), car la permacircularité remet profondément en question ce qui compte et ce qui doit être compté.

5.2 Enseignements et mot de la fin

En guise de conclusion, nous proposons de rassembler ce qui constitue les enseignements principaux du travail conduit. À l'heure où les manifestations du changement climatique se font de plus en plus pressantes et évidentes, le besoin d'une réorientation radicale de l'ensemble des activités humaines est nécessaire et inévitable. Par son cadre radical (prenant les problèmes à la racine) et sa dimension holistique (la volonté de faire les liens parmi les multiples facteurs de cette crise polymorphe), l'écologie intégrale et plus particulièrement la permacircularité offre un cadre théorique en phase avec l'étendue et l'importance des enjeux environnementaux.

La permacircularité n'ayant pas été auparavant opérationnalisée, le travail ici présenté a abouti à la définition de ce que sont les *dimensions* (c'est-à-dire les piliers sur lesquels elle repose) et l'*étendue* (c'est-à-dire la portée de ce qui doit être considéré) de la permacircularité. Combiné à la notion de niveau déjà utilisée par les auteurs de la permacircularité, cela aboutit à une visualisation multidimensionnelle permettant de mettre en relief les résultats obtenus.

L'ensemble des indicateurs définis a ensuite été appliqué aux activités du P2R. Il se trouve que même si cette structure se situe dans un cadre socio-économique qui est fondamentalement insoutenable, elle comporte un certain nombre de caractéristiques relevant bel et bien de la permacircularité. Avec les exemples additionnels relevant de la *Permaéconomie* (Breuzard, 2021), cela transmet un message positif que la place existe

aujourd'hui pour des organisations avant-gardistes. Nous devons ainsi nous attacher à la création de *phares maritimes* (Altieri, 2022) qui seront autant de bouées utiles à la navigation dans la houle et les écueils à l'ère de l'Anthropocène.

Bibliographie

- ADEME & Daniel Boy RCB Conseil. (2022). *Les représentations sociales du changement climatique. 23ème vague du baromètre*. Angers: ADEME.
- Almond, R. E. A., Grooten, M., Juffe Bignoli, D., & Petersen, T. (2022). *Living Planet Report 2022 – Building a nature-positive society*. Gland: WWF.
- Almond, R., R.E.A., Grooten, M., & Petersen, T. (Éds). (2020). *Living Planet Report 2020 : Bending the Curve of Biodiversity Loss*. (S.l.): (s.n.). Repéré à <http://www.deslibris.ca/ID/10104983>
- Alt, J. D. (2020). *PAYING OURSELVES TO SAVE THE PLANET : A Layman's Explanation of Modern Money Theory*. (S.l.): Independently published.
- Altieri, M. A. (2022, 28 octobre). How about agroecology : Farming a world in polycrisis—Keynote. Lausanne.
- Altieri, M. A., Nicholls, C. I., Henao, A., & Lana, M. A. (2015). Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(3), 869-890. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0285-2>
- Anquetil, G. (2020). *Australie, le feu aborigène*. France Inter. Repéré à <https://www.radiofrance.fr/franceinter/podcasts/je-reviens-du-monde-d-avant/australie-le-feu-aborigene-9101149>
- APRES-GE. (2021). Economie Sociale et Solidaire : Définition. *APRES-GE - Internet*. Repéré à <https://www.apres-ge.ch/definition>
- Armstrong McKay, D. I., Staal, A., Abrams, J. F., Winkelmann, R., Sakschewski, B., Loriani, S., ... Lenton, T. M. (2022). Exceeding 1.5°C global warming could trigger multiple climate tipping points. *Science*, 377(6611), eabn7950. <https://doi.org/10.1126/science.abn7950>
- Arnsperger, C. (2018). Les limites de l'économie circulaire et l'avenir de la permacircularité. *Cités*, 76(4), 41. <https://doi.org/10.3917/cite.076.0041>
- Arnsperger, C., & Bourg, D. (2016). Vers une économie authentiquement circulaire. *Revue de l'OFCE*, N° 145(1), 91-125.
- Arnsperger, C., & Bourg, D. (2017). *Écologie intégrale : Pour une société permacirculaire* (1re édition). Paris: PUF.
- Arnsperger, C., & Deibler, L. (2017). *Suffisamment, c'est mieux*. Banque Alternative Suisse. Repéré à https://www.bas.ch/fileadmin/absch/20_Ueber_die_ABS/FR/BAS_Reflexions_Suffisamment_c_est_mieux.pdf
- Athanassiadis, A. (2022, 27 avril). A Brief History of the Circular Economy : Definition, Examples + Different Interpretations. Communication présentée au Metabolism of Cities. Repéré à https://www.youtube.com/watch?v=v_Xf3h5b3Y4
- Auzanneau, M. (2015). *Or noir : La grande histoire du pétrole*. Paris: La Découverte.
- AWG. (2021). Working Group on the 'Anthropocene' | Subcommission on Quaternary Stratigraphy. *Anthropocene Working Group*. Repéré à <http://quaternary.stratigraphy.org/working-groups/anthropocene/>
- Bangs, C., Meskers, C., & Kerckhoven, T. V. (2016). Trends in electronic products – the canary in the urban mine?, 8.
- Bartelmus, P. (2003). Dematerialization and capital maintenance : Two sides of the sustainability coin. *Ecological Economics*, 46(1), 61-81. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(03\)00078-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(03)00078-8)
- BAS. (2021). *Rapport de durabilité 2021*. Olten: Alternativ Bank schweiz.
- Baut, R. (2022, 15 avril). Macron et la « voiture électrique pour tous » : Les limites d'une promesse pourtant écolo. *Numerama*. Repéré à <https://www.numerama.com/vroom/924625-macron-et-la-voiture-electrique-pour-tous-les-limites-dune-promesse-pourtant-ecolo.html>
- Bertolini, G. (2002). Entropie et recyclage : Quelques exemples. *Environnement, Ingénierie & Développement*, N°28-4ème Trimestre 2002. <https://doi.org/10.4267/dechets-sciences-techniques.2404>
- Biermann, F., & Kim, R. E. (2020). The Boundaries of the Planetary Boundary Framework : A Critical Appraisal of Approaches to Define a "Safe Operating Space" for Humanity. *Annual Review of Environment and Resources*, 45(1), 497-521. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012320-080337>
- Bihouix, P. (2013). Chapitre 4. Matérialité du productivisme. Dans *Penser la décroissance* (pp. 95-116). Paris: Presses de Sciences Po. <https://doi.org/10.3917/scpo.sinai.2013.01.0095>
- Bihouix, P., & Guillebon, B. de. (2010). *Quel futur pour les métaux? Raréfaction des métaux: un nouveau défi pour la société*. Les Ulis: EDP sciences.
- Blondiaux, L., & Sintomer, Y. (2009). L'impératif délibératif. *Rue Descartes*, n° 63(1), 28-38.
- Bodiguel, J. (2015). Objectifs de développement durable. *United Nations (UN)*. Repéré à <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-durable/>
- Bonneuil, C. (2015). Chapitre 3. Comment ne pas voir les limites de la planète. Petite histoire de la mystique de la croissance indéfinie. Dans *Économie de l'après-croissance* (pp. 73-96). Paris: Presses de Sciences Po. Repéré à <https://www.cairn.info/economie-de-l-apres-croissance--9782724617559-p-73.htm>

- Bouazzouni, N. (2021). Nora Bouazzouni : Alimentation et stéréotypes de genre - Présages. Repéré à <https://presages.lepodcast.fr/nora-bouazzouni-alimentation-et-stereotypes-de-genre>
- Bourg, D. (2018). De l'économie circulaire à l'économie permacirculaire. *Annales des Mines—Responsabilité et environnement*, N° 89(1), 30. <https://doi.org/10.3917/re1.089.0030>
- Bourg, D. (2022, 7 novembre). « Il nous faut tenir compte de la part d'ignorance insurmontable de la science », lance Dominique Bourg, philosophe des sciences. www.usinenouvelle.com. Repéré à <https://www.usinenouvelle.com/article/il-nous-faut-tenir-compte-de-la-part-d-ignorance-insurmontable-de-la-science-lance-dominique-bourg-philosophe-des-sciences.N2047172>
- Bourg, D., Chapelle, G., Chapoutot, J., Desbrosses, P., Ricard Lanata, X., Servigne, P., & Swaton, S. (2020). *Retour sur Terre : 35 propositions*. (S.l.): (s.n.).
- Bourg, D., & Papaux, A. (Éds). (2015). *Dictionnaire de la pensée écologique* (1re édition, octobre 2015). Paris: PUF.
- Bourg, D., Salerno, G., Ferrari, R., & Swaton, S. (2018). *Les scénarios de la durabilité*. (S.l.): bookboon.com. Repéré à <https://bookboon.com/fr/les-scenarios-de-la-durabilite-ebook>
- Bourg, R. par : D. (2017). Gouverner le long terme – La pensée écologique, 1(1). Repéré à <https://lapenseeetecologique.com/gouverner-le-long-terme/>
- Bournigal, É. (2022, 18 mars). Low-tech : Définition et exemples de LA démarche d'innovation. *Low-tech Nation*. Repéré à <https://lowtechnation.com/low-tech/>
- Brand, U., Muraca, B., Pineault, É., Sahakian, M., Schaffartzik, A., Novy, A., ... Görg, C. (2021). From planetary to societal boundaries : An argument for collectively defined self-limitation. *Sustainability : Science, Practice and Policy*, 17(1), 264-291. <https://doi.org/10.1080/15487733.2021.1940754>
- Breitburg, D., Levin, L. A., Oschlies, A., Grégoire, M., Chavez, F. P., Conley, D. J., ... Zhang, J. (2018). Declining oxygen in the global ocean and coastal waters. *Science*, 359(6371), eaam7240. <https://doi.org/10.1126/science.aam7240>
- Breuzard, S. (2021). *La permaentreprise : Un modèle viable pour un futur viable, inspiré de la permaculture*. Paris: Éditions Eyrolles.
- Browaeys, D. (2018). *L'urgence du vivant : Vers une nouvelle économie*. Paris: Éditions François Bourin.
- Browaeys, L. (2019). *Accompagner le vivant : Relier écologie, permaculture, éducations alternatives, gouvernance organique*. Paris: Diatino.
- Buckminster, R. (1940, février). World Energy. *Fortune*. Repéré à <https://www.fulltable.com/vts/f/fortune/xb/50.jpg>
- Buhl, A., Schmidt-Keilich, M., Muster, V., Blazejewski, S., Schrader, U., Harrach, C., ... Süßbauer, E. (2019). Design thinking for sustainability : Why and how design thinking can foster sustainability-oriented innovation development. *Journal of Cleaner Production*, 231, 1248-1257. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.259>
- Callois, J.-M. (2020). Vers une relocalisation des systèmes de production alimentaire ? Du localisme alimentaire à la bio-économie territoriale. *Annales des Mines—Réalités industrielles, Mai 2020*(2), 57-61. <https://doi.org/10.3917/rindu1.202.0057>
- Campbell, B. M., Beare, D. J., Bennett, E. M., Hall-Spencer, J. M., Ingram, J. S. I., Jaramillo, F., ... Shindell, D. (2017). Agriculture production as a major driver of the Earth system exceeding planetary boundaries. *Ecology and Society*, 22(4). Repéré à <https://www.jstor.org/stable/26798991>
- Carrington, D. (2022, 8 septembre). World on brink of five 'disastrous' climate tipping points, study finds. *The Guardian*. Repéré à <https://www.theguardian.com/environment/2022/sep/08/world-on-brink-five-climate-tipping-points-study-finds>
- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., & Dirzo, R. (2017). Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(30), E6089-E6096. <https://doi.org/10.1073/pnas.1704949114>
- CFF. (n.d.). Paré(e) pour l'été | CFF. Repéré à <https://company.sbb.ch/fr/medias/dossier-pour-les-journalistes/pare-e-pour-l-ete.html>
- Chagnon, M., Kreuzweiser, D., Mitchell, E. A. D., Morrissey, C. A., Noome, D. A., & Van der Sluijs, J. P. (2015). Risks of large-scale use of systemic insecticides to ecosystem functioning and services. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(1), 119-134. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3277-x>
- Chambers, N., Simmons, C., & Wackernagel, M. (2000). *Sharing nature's interest : Ecological footprints as an indicator of sustainability*. London ; Sterling, VA: Earthscan.
- Chauvin, H. (2021, septembre). Comment la pub et les normes sociales nous poussent à trop consommer. *Reporterre, le quotidien de l'écologie*. Repéré à <https://reporterre.net/Comment-les-normes-sociales-nous-poussent-a-trop-consommer>
- Clerc, F., & Jarrige, F. (2020). L'Atelier Paysan ou les Low-Tech au service de la souveraineté technologique des paysans. *La Pensee écologique*, N° 5(1), 3-3.

- Connaissance des Energies. (2018). Charbon : Formation, extraction, utilisation, pays producteurs et chiffres clés. Repéré à <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/charbon>
- Cowie, R. H., Bouchet, P., & Fontaine, B. (2022). The Sixth Mass Extinction : Fact, fiction or speculation? *Biological Reviews*, 97(2), 640-663. <https://doi.org/10.1111/brv.12816>
- Crutzen, P. J. (2007). La géologie de l'humanité : L'Anthropocène. *Ecologie politique*, N°34(1), 141-148.
- Damon, J. (2016). Ivan Illich. La contre-productivité dans nos sociétés. *Hors collection*, 115-116.
- De Rochette, F., & De Temmermann, G. (2022). *Fluxes, not stocks : The real challenges of metallic resources for the energy transition*. Paris: Zenon Research. Repéré à <https://www.zenonresearch.org/insights/fluxes-not-stocks-the-real-challenges-of-metallic-resources-for-the-energy-transition>
- Delannoy, E. (2016). *Permaéconomie*. Marseille: Éditions Wildproject.
- Demeure, Y. (2018, 18 juillet). Un drone pollinisateur plus performant que les abeilles ? *Sciencepost*. Repéré à <https://sciencepost.fr/un-drone-pollinisateur-plus-performant-que-les-abeilles/>
- de Olde, E. M., Oudshoorn, F. W., Sørensen, C. A. G., Bokkers, E. A. M., & de Boer, I. J. M. (2016). Assessing sustainability at farm-level : Lessons learned from a comparison of tools in practice. *Ecological Indicators*, 66, 391-404. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.01.047>
- Dépoues, V., Dolques, G., & Nicol, M. (2022). *Se donner les moyens de s'adapter aux conséquences du changement climatique en France : De combien parle-t-on ?* I4CE – Institute for climate economics. Repéré à <https://www.i4ce.org/publication/moyens-adaptation-consequences-changement-climatique-france/>
- Desaunay, D. (2021, 23 septembre). Le «greenwashing», une grande mascarade dénoncée avec virulence sur les réseaux sociaux. *RFI*. Repéré à <https://www.rfi.fr/fr/environnement/20210923-le-greenwashing-une-grande-mascarade-d%C3%A9nonc%C3%A9e-avec-virulence-sur-les-r%C3%A9seaux-sociaux>
- Descola, P. (2019). Le Grand Partage. *EcoRev'*, 47(1), 131-137.
- de Wit, M., Hoogzaad, J., & von Daniels, C. (2020). *Circularity Gap Report 2020*.
- Di Costanzo, P., Kayser, C., & Nordmann, J. (n.d.). MÉTABOLISME. Encyclopædia Universalis. Repéré à <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/metabolisme/>
- Diu, B. (n.d.). THERMODYNAMIQUE (notions de base). Encyclopædia Universalis. Repéré à <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/thermodynamique-notions-de-base/>
- Duru, M., Aubert, P.-M., Couturier, C., & Doublet, S. (2021). Scénarios de systèmes alimentaires à l'horizon 2050 au niveau européen et français : Quels éclairages pour les politiques publiques ? *Agronomie, environnement & sociétés*, 11(1). <https://doi.org/10.54800/ssa050>
- Ecochallenge.org. (2019). Iceberg Model. Repéré à <https://ecochallenge.org/iceberg-model/>
- Ellen MacArthur Foundation. (2019). The butterfly diagram : Visualising the circular economy. Repéré à <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram>
- En manque d'abeilles, des agriculteurs chinois pollinisent les fleurs à la main. (2019, 27 juin). *Franceinfo*. Repéré à https://www.francetvinfo.fr/economie/emploi/metiers/agriculture/video-en-manque-d-abeilles-des-agriculteurs-chinois-pollinisent-les-fleurs-a-la-main_3510487.html
- Ent, A. van der, Echevarria, G., Morel, J.-L., & Simonnot, M.-O. (2016). L'agromine ou comment produire du métal à partir des plantes. *The Conversation*. Repéré à <http://theconversation.com/lagromine-ou-comment-produire-du-metal-a-partir-des-plantes-61496>
- Erkman, S. (1998). *Vers une écologie industrielle : Comment mettre en pratique le développement durable dans une société hyper-industrielle*. Paris: Éd. Mayer.
- Esculier, F., Le Noë, J., Barles, S., Billen, G., Créno, B., Garnier, J., ... Tabuchi, J.-P. (2019). The biogeochemical imprint of human metabolism in Paris Megacity : A regionalized analysis of a water-agro-food system. *Journal of Hydrology*, 573, 1028-1045. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.02.043>
- European Commission, Eurostat, United Nations, Food and Agriculture Organization of the United Nations (Roma, I., International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, & World Bank (Wash.)). (2016). *Cadre central du système de comptabilité économique et environnementale, 2012*. New York: UNO.
- European Environment Agency (EEA). (2016). *Correlation of energy consumption and GDP per person—European Environment Agency*. Repéré à <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/correlation-of-per-capita-energy>
- Ex naturae. (2020). Tour d'horizon des limites planétaires. *Ex naturae*. Repéré à <https://exnaturae.org/tour-dhorizon-des-limites-planetaires/>
- Feschet, P., Aubin, J., Bockstaller, C., & Bouvarel, I. (2016). *Agriculture et développement durable. Guide pour l'évaluation multicritère*. Dijon cedex: Educagri éditions. Repéré à <https://www.cairn.info/agriculture-et-developpement-durable--9791027500260.htm>
- Fouré, J., Martin, S., & Berry, A. (2020). *Maîtriser l'empreinte carbone de la France*. Haut Conseil pour le Climat.

- Framont, N. (2022, 15 juillet). « Nous, démissionnaires » : Enquête sur la désertion d'en bas. *FRUSTRATION*. Repéré à <https://www.frustrationmagazine.fr/enquete-desertion/>
- Fressoz, J.-B. (2020). L'anthropocène est un « accumulocène ». *Regards croisés sur l'économie*, n°26(1), 31. <https://doi.org/10.3917/rce.026.0031>
- Gadrey, J. (2008). Croissance, bien-être et développement durable, 266(2), 68-68. <https://doi.org/10.3917/ae.266.0068>
- Giget, M. (2015). «Les gens aspirent au progrès, pas à l'innovation». Auxerre: Éditions Sciences Humaines. <https://doi.org/10.3917/gdsh.038.0012>
- Giljum, S. (2006). Material Flow-Based Indicators for Evaluation of Eco-Efficiency and Dematerialisation Policies. Dans P. Lawn, *Sustainable Development Indicators in Ecological Economics* (p. 3641). (S.I.): Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781845428952.00026>
- Gleeson, T., Wang-Erlandsson, L., Zipper, S. C., Porkka, M., Jaramillo, F., Gerten, D., ... Famiglietti, J. S. (2020). The Water Planetary Boundary : Interrogation and Revision. *One Earth*, 2(3), 223-234. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.02.009>
- Gössling, S. (2019). Celebrities, air travel, and social norms. *Annals of Tourism Research*, 79, 102775. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2019.102775>
- Goulesque, E. (2020). *Pourquoi le Royaume-Uni renationalise ses chemins de fer ?* RFI. Repéré à <https://www.rfi.fr/fr/podcasts/20200301-pourquoi-royaume-uni-renationalise-chemins-fer%C2%A0>
- Grau, D., Grau, N., Gascuel, Q., Paroissin, C., Stratonovitch, C., Lairon, D., ... Di Cristofaro, J. (2022). Quantifiable urine glyphosate levels detected in 99% of the French population, with higher values in men, in younger people, and in farmers. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(22), 32882-32893. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-18110-0>
- Grenz, J., Mainiero, R., Schoch, M., Sereke, F., Stalder, S., Thalmann, C., & Wyss, R. (2018). *RISE 3.0—Manual*. Berne: HAFL.
- Grosse, F. (2010). Is recycling “part of the solution” ? The role of recycling in an expanding society and a world of finite resources. *S.A.P.I.E.N.S Surveys and Perspectives Integrating Environment and Society*, 3, 18.
- Hache, E. (2020). Le cuivre dans la transition énergétique : Un métal essentiel, structurel et géopolitique ! *IFPEN*. Repéré à <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/article/cuivre-transition-energetique-metal-essentiel-structurel-et-geopolitique>
- Hache, E. (2021). Les métaux dans la transition énergétique. *IFPEN*. Repéré à <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/enjeux-et-prospective/decryptages/les-metaux-transition-energetique>
- Hagens, N. J. (2020). Economics for the future – Beyond the superorganism. *Ecological Economics*, 169, 106520. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106520>
- Hall, C., Balogh, S., & Murphy, D. (2009). What is the Minimum EROI that a Sustainable Society Must Have? *Energies*, 2(1), 25-47. <https://doi.org/10.3390/en20100025>
- Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., ... Kroon, H. de. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLOS ONE*, 12(10), e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
- Haraway, D. (2015). Anthropocene, Capitalocene, Plantationocene, Chthulucene : Making Kin. *Environmental Humanities*, 6(1), 159-165. <https://doi.org/10.1215/22011919-3615934>
- Haziza, E. (2022, 17 mai). Emma Haziza, Crise de l'eau, planète terre invivable ? Repéré à <https://www.thinkerview.com/emma-haziza-crise-de-leau-planete-terre-invivable/>
- Hemenway, T. (2015). *The permaculture city : Regenerative design for urban, suburban, and town resilience*. White River Junction, Vermont: Chelsea Green Publishing.
- Héran, F. (2014). *Le retour de la bicyclette : Une histoire des déplacements urbains en Europe, de 1817 à 2050*. Paris: La Découverte.
- Hertwich, E. G., & Wood, R. (2018). The growing importance of scope 3 greenhouse gas emissions from industry. *Environmental Research Letters*, 13(10), 104013. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aae19a>
- Hess, G. (2013). *Ethiques de la nature*. Paris: Presses universitaires de France.
- Hinterberger, F., Luks, F., & Schmidt-Bleek, F. (1997). Material flows vs. 'Natural capital' What makes an economy sustainable? *Ecological Economics*, 14.
- Holcman, R., Artis, A., Boned, O., Bonvalot, H., Darbus, F., De Nervaux, L., ... Toucas-Truyen, P. (2015). *Économie sociale et solidaire*. Paris: Dunod.
- Holmgren, D. (2002). *Permaculture : Principles & pathways beyond sustainability* (1st UK ed 2010). East Meon: Permanent Publications.
- Holmgren, D. (2009). *Future scenarios : How communities can adapt to peak oil and climate change*. White River Junction, Vt: Chelsea Green Pub.
- Holmgren, D. (2014). *Permaculture : Principes et pistes d'action pour un mode de vie durable*. Paris: Rue de l'échiquier.

- Hoogzaad, J., Zikrina, Z., Urazayeva, F., Vinnikova, N., Fraser, M., Douma, A., ... Maqsimchook, N. (2019). CIRCULAR ECONOMY OPPORTUNITIES IN ALMATY A metabolic approach to define a resource efficient and low-carbon future for the city. Repéré à <http://shiftingparadigms.nl/wp-content/uploads/2019/02/Circular-Economy-opportunities-in-Almaty-RUS-2019-Web-Spread-Corr-7Aug.pdf>
- Hopkins, R. (2020). *Et si, on libérait notre imagination pour créer le futur que nous voulons ?* Traduction par A. Prat-Giral, Arles [Paris]: Actes Sud Colibris.
- Hughes, T. P., Carpenter, S., Rockström, J., Scheffer, M., & Walker, B. (2013). Multiscale regime shifts and planetary boundaries. *Trends in Ecology & Evolution*, 28(7), 389-395. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.05.019>
- IGN. (2021). *Le memento, inventaire forestier*. IGN.
- Illich, I. (2014). *La convivialité*. Paris: Éditions du Seuil.
- INSEE. (2022). Définitions | Insee. Repéré à <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definitions>
- IPBES. (n.d.). Glossary : Biodiversity. *IPBES secretariat*. Repéré à <https://ipbes.net/glossary-tag/biodiversity>
- IPCC. (2021). Climate Change 2021 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
- IPCC. (2022). *Summary for Policymakers In : Climate Change 2022 : Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. (S.I.): (s.n.).
- Izoard, C. (2018). Les bas-fonds du capital. L'éternel retour de l'Eldorado. *Z : Revue itinérante d'enquête et de critique sociale*, 12(1), 8-15. <https://doi.org/10.3917/rz.012.0008>
- Jancovici, J.-M. (2013). Combien suis-je un esclavagiste. *Fortune*. Repéré à <https://jancovici.com/transition-energetique/l-energie-et-nous/combien-suis-je-un-esclavagiste/>
- Kahneman, D., Krueger, A. B., Schkade, D., Schwarz, N., & Stone, A. A. (2006). Would You Be Happier If You Were Richer? A Focusing Illusion. *Science*, 312(5782), 1908-1910. <https://doi.org/10.1126/science.1129688>
- Keller, A. (2018, décembre). Boucler le cycle du phosphore, un impératif vital négligé. *Préventique*, (161), 2.
- Keller, A. (2022, 5 octobre). RISQUES SYSTÉMIQUES : COMPRENDRE POUR RÉAGIR (Podcast avec Arthur Keller). Repéré à https://www.youtube.com/watch?v=c2W0jIGtD_I
- Khaliq, A., Rhamdhani, M., Brooks, G., & Masood, S. (2014). Metal Extraction Processes for Electronic Waste and Existing Industrial Routes : A Review and Australian Perspective. *Resources*, 3(1), 152-179. <https://doi.org/10.3390/resources3010152>
- Kinni, T. (2017). The Critical Difference Between Complex and Complicated. *MIT Sloan Management Review*. Repéré à <https://sloanreview.mit.edu/article/the-critical-difference-between-complex-and-complicated/>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy : An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Konietzko, J. (2022). Moving beyond carbon tunnel vision with a sustainability data strategy. *Digitally Cognizant*. Repéré à <https://digitally.cognizant.com/moving-beyond-carbon-tunnel-vision-with-a-sustainability-data-strategy-codex7121>
- L'Atelier Paysan (Éd.). (2021). *Reprendre la terre aux machines : Manifeste pour une autonomie paysanne et alimentaire*. Paris XIXe: Éditions du Seuil.
- L'Atelier Paysan. (2022, 26 octobre). L'Atelier Paysan : Les technologies paysannes sont-elles efficaces pour développer l'agroécologie ? Conférence puis apéritif | Agroecology Works! Lausanne. Repéré à <https://agroecologyworks.ch/fr/journees-de-l-agroecologie/2022/events/l-atelier-paysan-les-technologies-paysannes-sont-elles-efficaces-pour-developper-l-agroecologie-partie-pratique-kopie>
- Le Matin. (2022, 19 mai). Nature : Les Suisses pensent à tort que la biodiversité va bien. *Le Matin*. Repéré à <https://www.lematin.ch/story/les-suisses-pensent-a-tort-que-la-biodiversite-va-bien-855357747161>
- Le Monde avec AFP. (2020, 14 septembre). Emmanuel Macron défend « le tournant de la 5G » face au « retour à la lampe à huile ». *Le Monde.fr*. Repéré à https://www.lemonde.fr/economie/article/2020/09/14/emmanuel-macron-defend-le-tournant-de-la-5g-face-au-retour-a-la-lampe-a-huile_6052176_3234.html
- Leclercq, A. (2022, 28 juin). Écologie : Des “discours d’une radicalité inédite” à la remise des diplômes de Polytechnique. *POSITIVR*. Repéré à <https://positivr.fr/remise-diplomes-polytechnique-discours-ecologie/>
- Liedtke, C., Bienge, K., Wiesen, K., Teubler, J., Greiff, K., Lettenmeier, M., & Rohn, H. (2014). Resource Use in the Production and Consumption System—The MIPS Approach. *Resources*, 3(3), 544-574. <https://doi.org/10.3390/resources3030544>

- Luyckx, C. (2020). L'écologie intégrale : Relier les approches, intégrer les enjeux, tisser une vision: *La Pensée écologique*, N° 6(2), 77-95. <https://doi.org/10.3917/lpe.006.0077>
- Macnamara, L. (2021). *La Permaculture et Nous. Concevoir le Bien Être Personnel, Collectif et Planétaire—Looby Macnamara, Valérie Cabanes* (Permasens). Traduction par V. Cabanes, (S.l.): (s.n.). Repéré à <https://www.decitre.fr/livres/la-permaculture-et-nous-9782960268102.html>
- Maréchal, A. (2022). Quelles sont les émissions de GES de l'agriculture ? *Polytechnique Insights*. Repéré à <https://www.polytechnique-insights.com/dossiers/planete/quelles-sont-les-pistes-pour-reduire-les-emissions-de-lagriculture/comment-reduire-les-emissions-de-ges-dans-lagriculture/>
- Marsh, D. (2014). For What It's Worth—Copper 7/7. *Dillon Marsh*. Repéré à <http://dillonmarsh.com/copper07.html>
- Meadows, Donella H. (1999). Leverage Points : Places to Intervene in a System. *The Academy for Systems Change*. Repéré à <http://donellameadows.org/archives/leverage-points-places-to-intervene-in-a-system/>
- Meadows, Donella Hager, Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W. I. (1972). *The limits to growth : A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. London: Earth Island.
- Meyer, A. (2006). What is Contraction and Convergence? *RSA Journal*, 153(5522), 32-33.
- Meyer, A. (2008). *Contraction & convergence : The global solution to climate change* ([Repr.]). Totnes: Green Books.
- Mignerot, V. (2021). *L'énergie du déni : Comment la transition énergétique va augmenter les émissions de CO2*. (S.l.): (s.n.).
- Mitchell, T. (2013). *Carbon democracy : Le pouvoir politique à l'ère du pétrole*. Traduction par C. Jaquet, Paris: la Découverte.
- Mollison, B. (1993). *Perma-culture 2*. Traduction par F. Couplan, Flers: Equilibres aujourd'hui.
- Mollison, B. C., & Holmgren, D. (1978). *Permaculture 1 : A perennial agricultural system for human settlements*. Melbourne: Transworld Publishers.
- Moore, J. W. (2016). *Anthropocene or Capitalocene? : Nature, History, and the Crisis of Capitalism*. (S.l.): PM Press. (Google-Books-ID: IrZHEAAQBAJ).
- Mr Mondialisation. (2019, 6 avril). "Depuis 1950, les budgets de la pub ont été multipliés par 10 au niveau mondial". *Mr Mondialisation*. Repéré à <https://mrmondialisation.org/depuis-les-annees-1950-les-budgets-de-la-pub-ont-ete-multiplies-par-10-au-niveau-mondial/>
- Nations Unies. (2015). Accord de paris. Dans *21ème Conférence des Parties* (p. 26).
- NCCS. (2018). *CH2018—Scénarios climatiques pour la Suisse*. National Centre for Climate Services.
- NOAA. (2022). Global Monitoring Laboratory—Carbon Cycle Greenhouse Gases. Repéré à <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>
- Our World in Data. (2022a). *Global primary energy consumption by source*. Repéré à <https://ourworldindata.org/grapher/global-energy-substitution>
- Our World in Data. (2022b). *Per capita greenhouse gas emissions*.
- Our World in Data. (2022c). Share of electricity production by source. *Our World in Data*. Repéré à <https://ourworldindata.org/grapher/share-elec-by-source>
- P2R. (2022, mai). Statuts du Panier Bio à 2 Roues. Repéré à https://www.p2r.ch/images/statuts_cooperative_p2r.pdf
- Palu, S., & Mahmoud, H. (2019). Impact of climate change on the integrity of the superstructure of deteriorated U.S. bridges. *PLOS ONE*, 14(10), e0223307. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223307>
- Permaculture, la voie de l'Autonomie*. (2019). Jupiter Films. Repéré à https://www.allocine.fr/film/fichefilm_gen_cfilm=194811.html
- Persson, L., Carney Almroth, B. M., Collins, C. D., Cornell, S., de Wit, C. A., Diamond, M. L., ... Hauschild, M. Z. (2022). Outside the Safe Operating Space of the Planetary Boundary for Novel Entities. *Environmental Science & Technology*, 56(3), 1510-1521. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c04158>
- Polanyi, K. (2016). *La grande transformation : Aux origines politiques et économiques de notre temps*. Traduction par C. Malamoud & M. Angeno, Paris: Gallimard.
- Quenet, G. (2017). L'Anthropocène et le temps des historiens. *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, 72(2), 267-299. <https://doi.org/10.1017/S0395264917000543>
- Ranalter, L., Adb El Aziz, Y., Froning, S., & Reise, N. (2022). *Renewable Energy Data in Perspective*. Paris: REN21.
- Read, S. (2018). *Le génie de la permaculture : Démarche, contexte, méthode et ingénierie*. Escalquens: Terran.
- Ritchie, H. (2019). Who has contributed most to global CO2 emissions? *Our World in Data*. Repéré à <https://ourworldindata.org/contributed-most-global-co2>
- Ritchie, H. (2022, 18 décembre). Young people feel like they have no future due to climate change; we need to change the narrative [Substack newsletter]. *Sustainability by numbers*. Repéré à https://hannahritchie.substack.com/p/young-climate-anxiety?utm_medium=reader2

- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S. I., Lambin, E., ... Foley, J. (2009). Planetary Boundaries : Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society*, 14(2), art32. <https://doi.org/10.5751/ES-03180-140232>
- Rodhain, F. (2018). Déchets électroniques déversés au Sud : Quelle éthique dans les pratiques et la recherche ? Dans Anne Marie Moulin, M. V. Sukhaphāp, & Institut de recherche pour le développement (France) (Éds), *The paths of ethics in research in Laos and the Mekong countries : Health, environment, societies* (pp. 101-107). Vientiane, Laos : Marseille: University of Health Sciences ; Institut de recherche pour le développement.
- Savage, I. (2013). Comparing the fatality risks in United States transportation across modes and over time. *Research in Transportation Economics*, 43(1), 9-22. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.12.011>
- Schader, C., Grenz, J., Meier, M. S., & Stolze, M. (2014). Scope and precision of sustainability assessment approaches to food systems. *Ecology and Society*, 19(3). Repéré à <https://www.jstor.org/stable/26269618>
- Seeds for Sustainability. (2020). Design Thinking – A permaculture Approach. *Seeds for sustainability*. Repéré à <https://seeds-for-sustainability.com/english-design-thinking-a-permaculture-approach/>
- Sers, M. R., & Victor, P. A. (2018). The Energy-emissions Trap. *Ecological Economics*, 151, 10-21. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.04.004>
- Seux, D. (2022, 14 novembre). Travail : Les Français sont-ils devenus flemmards ? *France Inter*. Repéré à <https://www.radiofrance.fr/franceinter/podcasts/l-edito-eco/l-edito-eco-du-lundi-14-novembre-2022-3483937>
- Shields, J., & Shelleman, J. M. (2015). Integrating Sustainability into SME Strategy. *Journal of Small Business Strategy*, 25(2), 59-78.
- Sintomer, Y. (2017). Quelles alternatives au système électoral? Dans *En quête d'alternatives* (pp. 174-180). (S.l.): La Découverte.
- Solow, R. (1995). An almost practical step toward sustainability. *Ekistics*, 62(370/371/372), 15-20.
- Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O., & Ludwig, C. (2015). The trajectory of the Anthropocene : The Great Acceleration. *The Anthropocene Review*, 2(1), 81-98. <https://doi.org/10.1177/2053019614564785>
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., ... Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries : Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T. M., Folke, C., Liverman, D., ... Schellnhuber, H. J. (2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(33), 8252-8259. <https://doi.org/10.1073/pnas.1810141115>
- Stott, R. (2012). Contraction and convergence : The best possible solution to the twin problems of climate change and inequity. *BMJ*, 344, e1765. <https://doi.org/10.1136/bmj.e1765>
- Swaton, S. (2020). I. Philosophie et enjeux du revenu de transition écologique. Dans *Humains, animaux, nature* (pp. 75-86). Paris: Hermann. <https://doi.org/10.3917/herm.pierr.2020.01.0075>
- SystExt. (2017). Des métaux dans mon smartphone ? *SystExt*. Repéré à <https://www.systext.org/node/1724>
- SystExt. (2022). *Entretien Thinkerview du 25 janvier 2022 · Sources et compléments*. SystExt. Repéré à <https://www.systext.org/node/1920>
- Szuba, M. (2017). Chapitre 4—Le rationnement, outil convivial: Dans *Gouverner la décroissance* (pp. 95-118). (S.l.): Presses de Sciences Po. <https://doi.org/10.3917/scpo.sinai.2017.01.0095>
- Teulières, L., & Carbou, G. (2022). Greenwashing, une idéologie qui verrouille notre trajectoire insoutenable. Repéré à <https://www.presages.fr/blog/2022/greenwashing>
- The Ellen MacArthur Foundation. (n.d.). Circular economy introduction. Repéré à <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>
- The Shift project. (2022). *Climat, crises, le plan de transformation de l'économie française*. Paris: Odile Jacob.
- Tormen, M., Carella, C., Reinhart, F., & Hüsing, S. (2020). *Durabilité dans la Banque de détail Suisse 2020 / 2021*. WWF & PwC.
- UNEP. (2020, 27 août). The Little Book of Green Nudges. *UNEP - UN Environment Programme*. Repéré à <http://www.unep.org/explore-topics/education-environment/what-we-do/little-book-green-nudges>
- Valiorgue, B. (2020). *Refonder l'agriculture à l'heure de l'anthropocène*. Lormont: le Bord de l'eau.
- Voyage à Bessège. Des rails à la française*. (2020). France / Suisse: Tripode Productions.
- Wagner, T. (2021, 19 janvier). Décroissance et préjugés. *Bon Pote*. Repéré à <https://bonpote.com/dcroissance-et-prejuges/>
- Wagner, T. (2022, 8 mars). 2e rapport du GIEC : Les médias (encore une fois) pas au niveau. *Bon Pote*. Repéré à <https://bonpote.com/2e-rapport-du-giec-les-medias-encore-une-fois-pas-au-niveau/>
- Wallace, M., & Carruthers, D. (2018). *Perma/culture : Imagining alternatives in an Age of Crisis*. London ; Routledge, Taylor & Francis Group.

- Wang-Erlandsson, L., Tobian, A., van der Ent, R. J., Fetzer, I., te Wierik, S., Porkka, M., ... Rockström, J. (2022). A planetary boundary for green water. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1-13. <https://doi.org/10.1038/s43017-022-00287-8>
- Weißbach, D., Ruprecht, G., Huke, A., Czerski, K., Gottlieb, S., & Hussein, A. (2013). Energy intensities, EROIs (energy returned on invested), and energy payback times of electricity generating power plants. *Energy*, 52, 210-221. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.01.029>
- White Jr, L. T. (2019). Les racines historiques de notre crise écologique. Dans *Les racines historiques de notre crise écologique* (pp. 19-50). Traduction par J. Grinevald, Paris cedex 14: Presses Universitaires de France. <https://doi.org/10.3917/puf.white.2019.01.0019>
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., ... Murray, C. J. L. (2019). Food in the Anthropocene : The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447-492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
- Winans, K., Kendall, A., & Deng, H. (2017). The history and current applications of the circular economy concept. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 825-833. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.123>
- Zahm, F., Alonso Ugaglia, A., Barbier, J.-M., Boureau, H., Del’homme, B., Gafsi, M., ... Redlingshöfer, B. (2019). Évaluer la durabilité des exploitations agricoles. La méthode IDEA v4, un cadre conceptuel combinant dimensions et propriétés de la durabilité. *Cahiers Agricultures*, 28, 5. <https://doi.org/10.1051/cagri/2019004>
- Zahm, F., Barbier, J. M., Cohen, S., Boureau, H., Girard, S., Carayon, D., ... Gasselin, P. (2019). IDEA4 : Une méthode de diagnostic pour une évaluation clinique de la durabilité en agriculture. *Agronomie, Environnement & Sociétés*, 9(2), 39-51.
- Zahm, F., Ugaglia, A. A., Barbier, J.-M., Boureau, H., Del’homme, B., Gafsi, M., ... Redlingshöfer, B. (2018). Evaluating sustainability of farms : Introducing a new conceptual framework based on three dimensions and five key properties relating to the sustainability of agriculture. The IDEA method version 4, 16.
- Zahm, F., Ugaglia, A. A., Boureau, H., Del’Homme, B., Barbier, J. M., Gasselin, P., ... Manneville, V. (2015). Agriculture et exploitation agricole durables : État de l’art et proposition de définitions revisitées à l’aune des valeurs, des propriétés et des frontières de la durabilité en agriculture. *Innovations Agronomiques*, (46), 105-125.

6 Annexe I : Les principes de conception de la permaculture tels que proposés dans la Permaentreprise et dans la Permaéconomie

	Principes de la Permaculture (B. Mollison, 1993)	Principes de design de la permaentreprise (Breuzard, 2021)	Idées inspirantes, Permaentreprise (Breuzard, 2021, pp. 75-76)	Idées inspirantes, Permaéconomie (Delannoy, 2016, pp. 130-133)
1	Observer et interagir	Démarrer par une observation et la compréhension des interrelations	<ul style="list-style-type: none"> • L'échec est utile tant qu'il est instructif • Les solutions élégantes sont simples et invisibles • Intervenir le moins possible • Ne pas abuser des bonnes choses 	<ul style="list-style-type: none"> • S'inspirer du vivant et de sa dynamique • Agir en conscience des interactions entre éléments du système, notamment les liens entre économie et écosystèmes • Comprendre le passé pour identifier les processus, même sur le temps long
2	Économiser et régénérer les ressources non renouvelables	Être économe et régénératif des énergies et des ressources	<ul style="list-style-type: none"> • L'utilisation appropriée des ressources non renouvelables • La régénération vitale des ressources 	<ul style="list-style-type: none"> • Privilégier les énergies renouvelables et décentralisées • Prioriser les usages, mutualiser, utiliser en cascade • Appliquer l'entropie à l'économie
3	Obtenir une production	Produire de manière à la fois sobre et efficace	<ul style="list-style-type: none"> • Sortir de l'obsession des flux tendus • Adopter la frugalité volontaire • Veiller aux relations sociales 	<ul style="list-style-type: none"> • Articuler soutenabilité et rentabilité • Identifier de nouveaux leviers d'action sur la valeur, les externalités et le réinvestissement des profits
4	Appliquer l'autorégulation et accepter la rétroaction	Être capable de s'autoréguler	<ul style="list-style-type: none"> • Se réappropriier le principe d'autorégulation • Exercer sa responsabilité individuelle 	<ul style="list-style-type: none"> • Accepter et analyser les échecs. Analyser les succès • Des modèles riches en information permettent de limiter l'entropie (boucles de rétroaction, traçabilité, coopération, coproduction)
5	Utiliser les énergies et les ressources renouvelables	Privilégier des ressources renouvelables	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier des critères d'utilisation des ressources renouvelables • Adéquation entre le délai de remplacement des ressources et la vie d'un produit 	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser de manière soutenable des matériaux biosourcés, utiliser rationnellement les ressources non renouvelables, pas seulement par recyclage. • Meilleure valorisation des services rendus par les écosystèmes

	Principes de la Permaculture (B. Mollison, 1993)	Principes de design de la permaentreprise (Breuzard, 2021)	Idées inspirantes, Permaentreprise (Breuzard, 2021, pp. 75-76)	Idées inspirantes, Permaéconomie (Delannoy, 2016, pp. 130-133)
6	Ne produire aucun déchet	Ne pas produire de déchets	<ul style="list-style-type: none"> • Réduire les déchets au maximum • Mettre un terme au gaspillage des ressources humaines 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmenter la durée de vie des produits • Valoriser l'usage et non la possession
7	La conception, des motifs aux détails	Avoir de l'entreprise une vision globale	<ul style="list-style-type: none"> • Repenser les échelles spatiales et temporelles 	<ul style="list-style-type: none"> • Modèle fractal déclinable à toutes les échelles et adaptable au contexte. Approche contextualisée et individualisée.
8	Intégrer au lieu de séparer	Nourrir les relations de coopération	<ul style="list-style-type: none"> • Les liens entre les éléments sont aussi importants que les éléments eux-mêmes • Les différents types de relations écologiques • Des dynamiques de coopération et d'intégration • Le modèle de compétition et de coopération dans l'entreprise • La culture alternative 	<ul style="list-style-type: none"> • Coopération à tous les niveaux • Meilleure circulation de l'information à tous les niveaux • Valoriser complémentarités et synergies à toutes les échelles
9	Utiliser des solutions lentes à petite échelle	Prototyper et expérimenter	<ul style="list-style-type: none"> • Des contraintes éthiques liées à la taille • Small is beautiful 	<ul style="list-style-type: none"> • Miser sur les solutions décentralisées adaptées à leurs contextes d'utilisation • Adapter l'économie au territoire et non l'inverse • Innovation frugale : créer plus de valeur en utilisant moins de moyens
10	Se servir de la diversité et la valoriser	Valoriser la diversité	<ul style="list-style-type: none"> • Favoriser la diversité économique et sociale • La recherche-action au service d'une diversité économique et sociale • Utiliser les bordures et valoriser les marges 	<ul style="list-style-type: none"> • Réinvestir le capital naturel pour augmenter la diversité fonctionnelle et la plasticité pour en augmenter la résilience • Diversité des compétences inhérente à l'économie de fonctionnalité • Promouvoir la diversité d'acteurs dans l'organisation et sur le territoire
11	Utiliser les bordures et valoriser les marges	S'ouvrir et se nourrir de l'extérieur	<ul style="list-style-type: none"> • La ligne droite n'est pas le plus court chemin • La dynamique des bordures 	<ul style="list-style-type: none"> • Reconnaître l'importance des signaux faibles • Repenser les barrières et frontières à la lumière des leviers d'action permettant de créer la valeur.

6. Annexe I : Les principes de conception de la permaculture tels que proposés dans la Permaentreprise et dans la Permaéconomie

	Principes de la Permaculture (B. Mollison, 1993)	Principes de design de la permaentreprise (Breuzard, 2021)	Idées inspirantes, Permaentreprise (Breuzard, 2021, pp. 75-76)	Idées inspirantes, Permaéconomie (Delannoy, 2016, pp. 130-133)
12	Face au changement, cultiver l'inventivité	Se réinventer en permanence	<ul style="list-style-type: none"> • Les avantages de l'évolution des paysages • Être attentif aux émergences et à l'inattendu • Penser à long terme, cycle et grande échelle 	<ul style="list-style-type: none"> • Le problème est la solution.

7 Annexe II : Les indicateurs retenus par IDEA v.4

Dimension	Indicateur	Niveau	Revue dans le cadre de la permacircularité				
			Efficacité	Circularité	Traj. C&C	Régénération	
Dimension agroécologique	A1	ROB1 : Diversité des espèces cultivées	Niveau -1				X
	A2	ROB2 : Diversité génétique	Niveau -1				X
	A3	ROB3 : Diversité temporelle des cultures	Niveau -1				X
	A4	ROB4 : Qualité de l'organisation spatiale	Niveau -1	X			X
	A5	CAP1 RES1 : Gestion insectes pollinisateurs et auxiliaires	Niveau -1	X			X
	A6	AUT 1 : Autonomie en énergie, matériaux, matériels, semences et plants	Niveau 0		X		
	A7	AUT 2 : Autonomie alimentaire de l'élevage	Niveau -1		X		
	A8	AUT 3 : Autonomie en azote	Niveau -1		X		
	A9	RES 2 : Sobriété dans l'usage de l'eau et partage de la ressource	Niveau -1	X			
	A10	RES 3 : Sobriété dans l'utilisation du phosphore	Niveau -1	X			
	A11	RES 4 : Sobriété dans la consommation en énergie	Niveau -1	X			
	A12	CAP 2 : Raisonner l'utilisation de l'eau	Niveau -1	X			
	A13	CAP 3 : Favoriser la fertilité des sols	Niveau -1	X	X		X
	A14	ROB 5 : Maintenir l'efficacité de la protection sanitaire	Niveau -1	X			
	A15	ROB 6 : Sécuriser la disponibilité des moyens de production	Niveau -1	X		X	
	A16	RES 5 : Réduction de l'impact des pratiques sur la qualité de l'eau	Niveau -1				X
	A17	RES 6 : Réduction de l'impact des pratiques sur la qualité de l'air	Niveau -1				X
	A18	RES 7 : Atténuation de l'effet des pratiques sur le changement climatique	Niveau -1			X	X
	A19	RES 8 : Réduction de l'usage des produits phytosanitaires et des traitements vétérinaires	Niveau -1	X			X
Dimension socio-territoriale	B1	CAP4 RES9 : Production alimentaire de l'exploitation	Niveau -1	X			
	B2	RES10 : Contribution à l'équilibre alimentaire mondial	Niveau 0			X	
	B3	ANC1 CAP5 : Démarche de qualité de la production ali-	Niveau -1				

	mentaire					
B4	RES11 : Limitation des pertes et gaspillages	Niveau -1	X	X		
B5	RES12 : Liens sociaux, hédoniques et culturels à l'alimentation	Niveau 1				X
B6	ANC2 : Engagement dans des démarches environnementales contractualisées et territoriales	Niveau 1				X
B7	ANC3 : Services marchands au territoire	Niveau 1				X
B8	ANC4 AUT4 : Valorisation par circuits courts ou de proximité	Niveau 1				X
B9	ANC5 : Valorisation des ressources locales	Niveau 0	X		X	X
B10	ANC6 : Valorisation et qualité du patrimoine et des ressources naturelles	Niveau 1				X
B11	RES13 : Accessibilité de l'espace	Niveau -1				
B12	RES14 : Gestion des déchets non organiques	Niveau -1		X		
B13	AUT5 CAP6 ROB7 : Réseaux d'innovation et mutualisation du matériel	Niveau 0	X		X	
B14	ANC7 CAP7 RES15 : Contribution à l'emploi et gestion du salariat	Niveau 0				X
B15	ANC8 AUT6 CAP8 ROB8 : Mutualisation du travail	Niveau -1	X			X
B16	CAP9 RES16 ROB9 : Intensité et qualité au travail	Niveau -1				X
B17	RES17 : Accueil, hygiène et sécurité au travail	Niveau -1				X
B18	AUT7 CAP10 ROB10 : Formation	Niveau -1				X
B19	ANC9 RES18 : Implication sociale territoriale et solidarités	Niveau 0			X	X
B20	RES19 : Démarche de transparence	Niveau -1				X
B21	RES20 : Qualité de vie	Niveau -1				X
B22	ROB11 : Isolement	Niveau -1				X
B23	RES21 : Bien-être animal	Niveau -1				X
Dimension économique	C1	CAP11 : Capacité Economique	Niveau -1			X
	C2	CAP12 : Capacité de remboursement	Niveau -1			X
	C3	AUT8 CAP13 : Endettement structurel	Niveau -1			X
	C4	ROB12 : Diversification productive	Niveau -1			X
	C5	AUT9 ROB13 : Diversification et relations contractuelles	Niveau -1			X

C6	AUT10 : Sensibilité aux aides à la production	Niveau -1	X
C7	ROB14 : Contribution de revenus extérieurs à l'indépendance	Niveau -1	X
C8	ROB15 : Transmissibilité économique	Niveau -1	X
C9	ROB16 : Pérennité probable	Niveau -1	X
C10	CAP14 : Efficience brute du processus productif	Niveau -1	X
C11	RES22: Sobriété en intrants dans le processus productif	Niveau -1	X

8 Annexe III : Les indicateurs retenus par RISE version 3.0

Topics	Indicators	Niveau	Revue dans le cadre de la permacircularité			
			Efficacité	Circularité	Traj. C&C	Régénération
Soil Use	Soil management	Niveau -1				X
	Crop productivity	Niveau -1				X
	Soil organic matter	Niveau -1				X
	Soil reaction	Niveau -1				X
	Soil erosion	Niveau -1				X
	Soil compaction	Niveau -1				X
Animal husbandry	N/A for P2R	Niveau -1				
Material Use and environmental protection	Material flows	Niveau -1	X	X	X	X
	Fertilization	Niveau -1				X
	Plant protection	Niveau -1				X
	Air pollution	Niveau -1				X
	Soil and water pollution	Niveau -1				X
Water use	Water management	Niveau -1				X
	Water supply	Niveau -1				X
	Water use intensity	Niveau -1	X			
	Irrigation	Niveau -1	X			
Energy and Climate	Energy management	Niveau -1			X	
	Energy intensity	Niveau -1	X			
	Greenhouse gas balance	Niveau -1	X	X	X	X
Biodiversity	Biodiversity management	Niveau -1				X
	Ecological infrastructures	Niveau -1				X
	Intensity of agricultural production	Niveau -1				X
	Distribution of ecological infrastructure	Niveau -1				X
	Diversity of agricultural production	Niveau -1				X
Working conditions	Personnel management	Niveau -1				X
	Working hours	Niveau -1				X
	Safety at work	Niveau -1				X

Topics	Indicators	Revue dans le cadre de la permacircularité				
		Niveau	Efficacité	Circularité	Traj. C&C	Régénération
Quality of life	Wage and income level	Niveau -1				X
	Occupation and training	Niveau -1				X
	Financial situation	Niveau -1				X
	Social relations	Niveau -1				X
	Personal freedom and values	Niveau -1				X
	Health	Niveau -1				X
Economic viability	Liquidity	Niveau -1				X
	Stability	Niveau -1				X
	Profitability	Niveau -1				X
	Indebtness	Niveau -1				X
	Livelihood security	Niveau -1				X
Farm management	Business goals, strategy and implementation	Niveau 1				X
	Availability of information	Niveau -1				X
	Risk management	Niveau 1				X
	Sustainable relationships	Niveau 1				X

9 Annexe IV : Tableau de résultat complet de l'évaluation de la permacircularité appliquée aux activités du P2R

Thème	Indicateur	Échelle suggérée	Note	Justification de la note	Note par thème
Régénération environnementale	Le taux d'humus est-il en augmentation	non / oui 0 / 1	TBD	Seulement une mesure initiale. Besoin de mesure additionnelle	7
	Diversité des espèces cultivées	<3 / <10 / 10+ 0 / 1 / 2	2	Culture de 15-20 espèces différentes	
	Existe-t-il un plan d'augmentation de la complexité des interactions écosystémiques	non / oui 0 / 1	0	Il n'existe pas de plan formalisé pour le moment. Cela est prévu pour 2023. Les actions concernant les haies, jachères et bandes fleuries seront de ce fait planifiées	
	Utilisation d'arbres haute tige et diversité des arbres	0 / <3 / 6+ 0 / 1 / 2	0	Pas de plantation d'arbres haute tige pour les feuilles, le bois, les fleurs, les fruits.	
	Installation de haies et diversité des haies	0 / <3 / 6+ 0 / 1 / 2	2	660m ² de haies	
	Ménagement d'habitats pour la biodiversité	non / oui 0 / 1	1	2 hôtels à insectes. Prévu en 2023: 720 m ² en jachère, 260 m ² de bandes fleuries.	
	Utilisation de pesticides	Pesticides de synthèse / pesticides compatible bio / aucun pesticide 0 / 1 / 2	1	Utilisation d'insecticides autorisés en culture biologique	
	Utilisation d'auxiliaires contre les parasites	non / oui 0 / 1	1	Utilisation d'auxiliaires	
Bouclage des flux N et P	Origine des intrants N organiques	non renouvelable / renouvelable / sourcé dans la ferme 0 / 1 / 2	1	Utilisation de Bioga Quick	2
	Origine des intrants P organiques	non renouvelable / renouvelable / sourcé dans la ferme 0 / 1 / 2	1	Utilisation d'oscorna Floracorn	
Production non alimentaire	Fibres	non / oui 0 / 1	0	Pas de production non alimentaire	0
	Bois	non / oui 0 / 1	0	Pas de production non alimentaire	
	Solvants	non / oui 0 / 1	0	Pas de production non alimentaire	

	Métaux	non / oui 0 / 1	0	Pas de production non alimentaire	
Autonomie matérielle	Minimisation de la complexité et de la quantité de machines	non / oui 0 / 1	1	Une camionnette partagée avec d'autres, un motoculteur et les vélos cargo	
	Autoconstruction ou utilisation d'outils spécifiquement conçus au contexte de la ferme	non / oui 0 / 1	0	Pas d'autoconstruction d'outils	2
	Mutualisation des outils et équipements	non / oui 0 / 1	1	Mutualisation de la camionnette.	
Énergie: Essence automobile	Quelle quantité / produit	Valeur absolue	TBD	840 L pour 330 paniers = 2,6 L par abonnement annuel	
	Source	non renouvelable / renouvelable 0 / 1	0	Énergie fossile	0
	Variation annuelle / produit	augmentation / diminution 0 / 1	TBD	Besoin de mesurer l'année prochaine	
Énergie: Électricité	Quelle quantité / produit		TBD	3500 kWh pour 300 paniers = 10,6 kWh par abonnement annuel	
	Source	non renouvelable / renouvelable 0 / 1	1	Énergie renouvelable	1
	Variation annuelle / produit	augmentation / diminution 0 / 1	TBD	Besoin de mesurer l'année prochaine	
Eau	Quelle quantité / produit		TBD	1500m ³ pour 300 paniers = 4,5 m ³ par abonnement annuel	
	Source	En tension / Sans tension	1	Eau du Réseau. La source n'est pas en tension	
	Variation annuelle / produit	augmentation / diminution 0 / 1	TBD	Besoin de mesurer l'année prochaine	1
	Récupération et utilisation de l'eau de pluie	non / oui 0 / 1	0	Pas de récupération de l'eau de pluie des toitures	
Matérialité	Masse des déchets incinérables / produit		TBD	Une mesure détaillée n'a pas encore été réalisée	
	Variation de la masse des déchets incinérables / produit	augmentation / diminution 0 / 1	TBD	Une mesure détaillée n'a pas encore été réalisée	1
	Masse des déchets recyclables / produit		TBD	Une mesure détaillée n'a pas encore été réalisée	

9. Annexe IV : Tableau de résultat complet de l'évaluation de la permacircularité appliquée aux activités du P2R

	Variation de la masse des déchets recyclables / produit	augmentation / diminution 0 / 1	TBD	Une mesure détaillée n'a pas encore été réalisée	
	Masse des déchets compostables / produit		TBD	Une mesure détaillée n'a pas encore été réalisée	
	Variation de la masse des déchets compostables / produit	augmentation / diminution 0 / 1	TBD	Une mesure détaillée n'a pas encore été réalisée	
	Utilisation d'objets à usage unique	Incinérable et recyclable / Compostable / Aucun 0 / 1 / 2	1	Pas d'usage de plastiques à usage unique	
Personnel	Employabilité : Un programme de formation est-il prévu	non / oui 0 / 1	0	Plan prévu en 2023	
	Bien-être: Un retour est-il permis et formalisé ?	non / oui 0 / 1	1	Inscrit dans les statuts de la coopérative, art. 2 al. 4 entretiens annuels, facilitateurs en cas de tension	3
	Autonomie: Structure hiérarchique favorisant l'autonomie	non / oui 0 / 1	1	Inscrit dans les statuts de la coopérative, art. 2 al. 4	
	Écarts de salaire transparents ou salaires limités	non / oui 0 / 1	1	Échelle salariale transparente	
Clients	Notices et informations disponibles pour le client	non / oui 0 / 1	1	Publication périodique Feuille de Chou, recettes et moyens d'utilisation transmis aux coopérateur·rice·s	
	Récupérer le feedback client (satisfaction)	non / oui 0 / 1	1	Questionnaires de satisfaction régulièrement proposés	3
	Récupérer le feedback client (utilisation)	non / oui 0 / 1	1	Effectué à travers la satisfaction des paniers. L'insatisfaction des paniers entraîne plus de gaspillage alimentaire	
Fournisseurs	Empreinte matérielle / énergétique disponible	non / oui 0 / 1	N/A	Difficile dans petites entreprises agricoles	
	Mesures Efficacité / Circularité disponibles	non / oui 0 / 1	N/A	Difficile dans petites entreprises agricoles	2

	Localisation géographique des fournisseurs principaux	>100km / <100km / <20km 0 / 1 / 2	1	Fournisseurs à moins de 50 km	
	La sélection des fournisseurs se fait-elle sur d'autres critères que financier ?	Non / Oui 0 / 1	1	Agriculture biologique, envie de liens long terme et localisation géographique	
Raison d'être	La raison d'être intègre-t-elle des enjeux s'inscrivant dans chacun des 3 piliers éthiques de la permaculture ?	non / oui 0 / 1	1	Prendre soin de la planète : art. 2 al. 2 Prendre soin des hommes : art. 2 al. 4 et 5 Autolimitation & acceptation des limites : art. 2 al. 6	
	L'impératif régénératif est-il inscrit dans la raison d'être ?	non / oui 0 / 1	0	La notion de régénération n'est pas contenue dans les statuts de la coopérative	1
	Chacun des enjeux définis par la raison d'être peut-il être tracé dans les actions quotidiennes de l'entreprise ?	non / oui 0 / 1	0	Fait aujourd'hui de manière plutôt informelle	
Cadre réglementaire	Y a-t-il des difficultés liées à des règles / normes existantes ou absentes ?	oui/non	Oui	Oui : problématique des serres sur terrain agricole dans le cadre d'une coopérative	
	Une alliance avec d'autres acteurs sur ces sujets est-elle en cours ?	Non / Potentiellement / Oui 0 / 1 / 2	2	Problématique partagée par d'autres coopératives. Participation aux frais de juriste engagé par d'autres coopératives. Membre de la FRACP et de Uniterre.	2
Cadre culturel	Que se passerait-il si tous les acteurs de mon secteur agissaient comme moi ?	Incompatible / Partiellement / Entièrement incompatible avec le monde fini 0 / 1 / 2	1	Utilisation de matières non renouvelable	
	Y a-t-il des actions promouvant un usage intelligent ? Lesquelles	non / oui 0 / 1	1	Cahier de recettes	3
	Y a-t-il des pratiques commerciales poussant à la consommation ? Lesquelles ?	oui/non 0 / 1	1	Pas de promotion de la consommation	

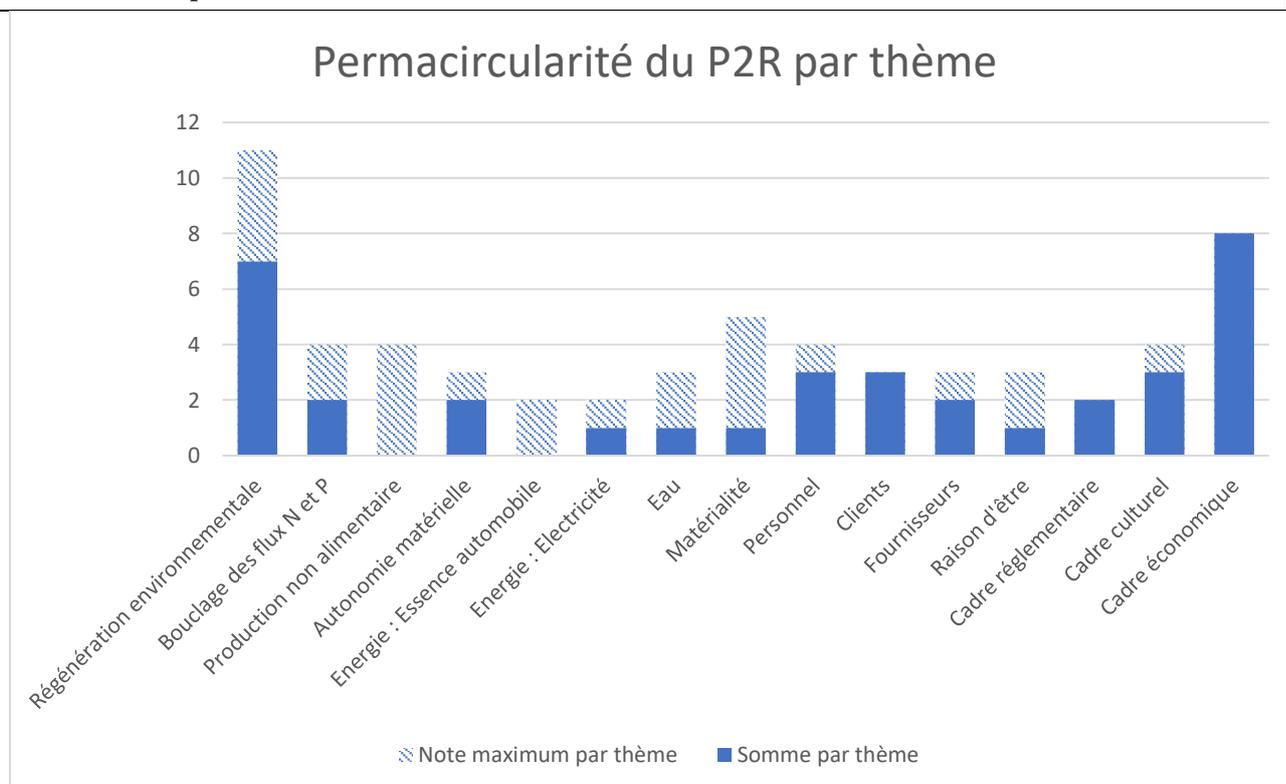
9. Annexe IV : Tableau de résultat complet de l'évaluation de la permacircularité appliquée aux activités du P2R

Cadre économique	Dans quelle banque se situent les capitaux de la structure ?	Banque n'investissant pas dans le oil & gas : oui/non 0 / 1	1	Banque Alternative Suisse	8
	Qu'est-ce qui est économiquement valorisé ? Ce qui est valorisé est-il multifonctionnel ?	non / oui 0 / 1	1	La valeur des activités dépasse le cadre	
	Part de redistribution des profits à des actions de régénération	Pour structures à profit : 0% / 2% / 3,5% / 5% 0 / 1 / 2 / 3	3	Structure à but non lucratif	
	Part de redistribution des profits au personnel	Pour structures à profit : 0% / 2% / 3,5% / 5% 0 / 1 / 2 / 3	3	Structure à but non lucratif	
		Pour structures à but non lucratif: 3			

10 Annexe V : Mesure de la permacircularité du P2R, synthèse des résultats, représentations graphiques et tableaux

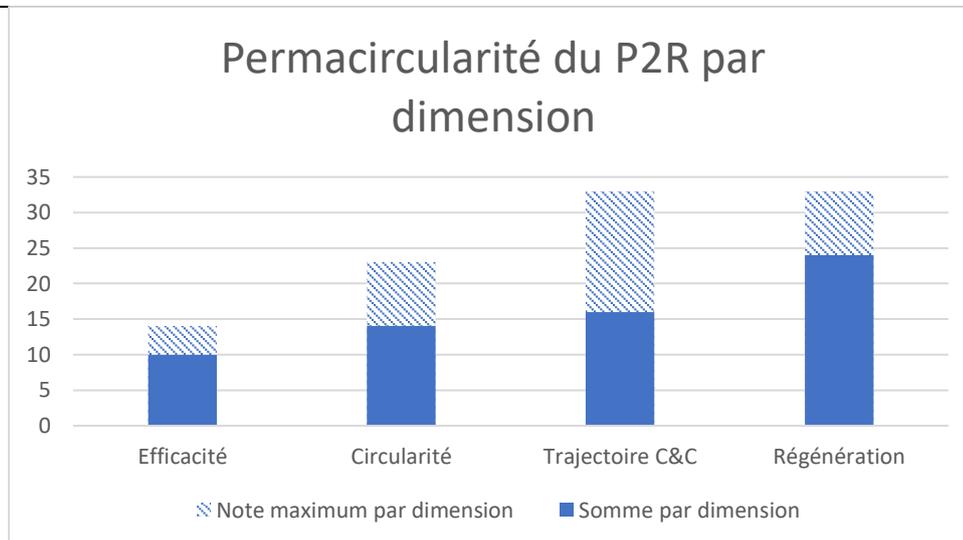
10.1 Résultats par thème

Thèmes	Note par thème	Note maximum par thème	% par thème
Régénération environnementale	7	11	64%
Bouclage des flux N et P	2	2	100%
Production non alimentaire	0	4	0%
Autonomie matérielle	2	3	67%
Énergie : Essence automobile	0	2	0%
Énergie : Électricité	1	2	50%
Eau	1	3	33%
Matérialité	1	5	20%
Personnel	3	4	75%
Clients	3	3	100%
Fournisseurs	2	3	67%
Raison d'être	1	3	33%
Cadre réglementaire	2	2	100%
Cadre culturel	3	4	75%
Cadre économique	8	8	100%



10.2 Résultats par Dimension

Dimensions	Note par dimension	Note maximum par dimension	% par dimension
Efficacité	10	14	71%
Circularité	14	23	61%
Trajectoire C&C	16	33	48%
Régénération	24	33	73%



10.3 Résultats par Niveau

Niveau	Somme par thème	Note maximum par niveau	% par niveau
Niveau -1	18	41	44%
Niveau 0	11	11	100%
Niveau +1	7	9	78%

