

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

ENTRE AGRICULTURE ET ÉCOLOGIE SOCIALE : QUELQUES APPORTS MÉTHODOLOGIQUES POUR
IMAGINER DES MODÈLES AGRICOLES SOUTENABLES ET COLLECTIFS

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

MAÎTRISE EN SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

PAR

GAËLLE JAUDARD

MARS 2024

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.12-2023). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Un grand merci à mes collègues des Hautes Herbes pour l'extraordinaire aventure agricole et collective.

Un chaleureux merci au groupe des « Filles en rédaction » pour les interminables heures d'écriture et le soutien indéfectible.

Merci à l'ESCA et ses membres pour les nombreuses réflexions sur lesquelles s'appuie grandement ce mémoire. Merci à l'équipe de la maîtrise en Sciences de l'environnement pour sa motivation sans borne à définir l'ampleur des désastres socio-écologiques et à nous donner un regard critique précieux pour y faire face.

Merci à mon directeur Éric Pineault, pour la confiance accordée et pour l'élaboration d'une pensée sociologique et critique du métabolisme, qui a porté cette recherche.

Merci à tous ceux et celles qui m'ont supportée et soutenue durant ces quatre années.

Et enfin, merci aux courageuses relectrices qui ont donné à ces pages un impressionnant coup de vernis.

DÉDICACE

À tous les sols nourriciers et les bras meurtris qui s'en occupent inlassablement.

À ce couple idéaliste qui s'est essayé à l'agriculture dans les montagnes des Alpes-de-Haute-Provence.

AVANT-PROPOS

L'écriture du présent mémoire aura duré plus de trois ans, traversant les dédales théoriques d'une maîtrise et d'un groupe de recherche, l'angoisse socio-écologique d'une crise sanitaire mondiale ainsi que les montagnes émotionnelles de trois saisons agricoles au sein d'un projet coopératif aussi ambitieux que naïf. À la veille de conclure sa rédaction, je vois désormais le fil conducteur de ces nombreuses pages, dont la majeure partie ont été écrites sur les rives du Saint-Laurent : il me semble plus que nécessaire de maintenir un dialogue continu entre le terrain et la recherche, afin que l'un ne s'enferme pas dans les défis du quotidien et que l'autre ne s'éloigne pas trop du réel. Ce constat est d'autant plus vrai lorsqu'il est appliqué aux réalités agricoles, durement éprouvées sur le terrain et souvent idéalisées ou diabolisées dans la théorie.

La complexité est nécessaire, et la simplification des analyses ainsi que l'uniformisation des outils ne seront pas suffisantes pour répondre à la crise écologique, sociale, climatique, économique, politique et agronomique qui touche aujourd'hui la plupart des pays, et en particulier les paysans et paysannes de tous horizons. Travailler la terre, c'est être en prise avec les conséquences directes et indirectes de cette crise pluridimensionnelle. C'est éprouver cette crise dans ses muscles, érafler sa peau dessus, pleurer malgré soi face aux barrages qu'elle crée. Le régime capitaliste fossile industriel, tel que décrit dans la suite de ce mémoire, est aux racines multiples de la crise. C'est face à ce régime que les paysans et paysannes sont également au quotidien, lorsqu'ils luttent pour leur subsistance, s'acharnent pour payer leurs dettes ou se battent pour maintenir un semblant de résilience et de solidarité au sein de leur ferme.

Un dialogue entre théorie et pratique composant avec la complexité des enjeux systémiques actuels et des potentielles solutions est ce que je tente de créer au fil des prochaines pages. Il s'agit d'une tentative de mise à distance analytique et critique d'une expérience de terrain agricole, inscrite dans un contexte de luttes anticapitalistes et d'urgence écologique. Il est important de préciser que cette tentative se nourrit d'un certain vécu, celui d'une femme blanche française émigrée au Québec, qui reconnaît que les terres sur lesquelles elle a planté ses légumes et écrit ces pages sont des territoires autochtones non cédés. Ainsi, je souhaite faire le lien entre expropriations autochtones et paysannes, mais je n'ai vécu aucune des deux, et je n'envisage la réappropriation collective des moyens de production et de

reproduction (et donc notamment des terres) que dans un processus de décolonisation et de réconciliation.

Avant de débiter la lecture, il est bon de noter que ce mémoire ne sera pas :

- Une réflexion approfondie et critique sur la place des femmes en agriculture. C'est pourtant un enjeu majeur dont il faut absolument parler (voir la *Bibliographie* pour différents ouvrages qui ouvrent une réflexion plurielle et intersectionnelle sur le sujet).
- Un outil d'analyse prêt à l'emploi pour des fermes curieuses de déterminer leur niveau de circularité socio-écologique. Ce travail de maîtrise ne pose que les fondations de ce type d'outil, il faudrait encore développer une méthodologie d'évaluation.
- Une étude comparative entre les pratiques agricoles alternatives et l'agro-industrie. De nombreux ouvrages et articles très pertinents existent déjà à ce sujet.
- Une analyse métabolique complète d'une ferme en particulier. L'opérationnalisation de la méthode agrosociométabolique et les calculs énergétiques appliqués au cas de ma ferme correspondraient à un travail qui dépasse celui rendu possible dans le cadre d'un mémoire.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|-----|
| REMERCIEMENTS..... | ii |
| DÉDICACE..... | iii |
| AVANT-PROPOS..... | iv |
| TABLE DES MATIÈRES..... | vi |
| LISTE DES FIGURES..... | ix |
| LISTE DES TABLEAUX..... | x |
| LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES..... | xi |
| RÉSUMÉ..... | xii |
| INTRODUCTION..... | 1 |
| Vivre les ruptures/déséquilibres métaboliques, une expérience de fermière..... | 1 |
| Question, objectifs et hypothèses de recherche..... | 2 |
| Agriculture, entre histoire et présent..... | 4 |
| Les périodes de l’agriculture occidentale..... | 4 |
| Les régimes alimentaires mondiaux et leurs épices..... | 4 |
| L’agriculture mondiale en crise..... | 6 |
| Disparités grandissantes entre urbain et ruralité..... | 6 |
| Un bilan environnemental et social inquiétant..... | 7 |
| L’appel à d’autres modèles agricoles..... | 8 |
| Introduction à l’écologie sociale..... | 10 |
| Une réponse aux visions économiques de l’environnement..... | 10 |
| Définition de l’écologie sociale..... | 11 |
| Petite histoire du métabolisme..... | 12 |
| CHAPITRE 1 CONTEXTE ET PROBLÉMATISATION..... | 14 |
| 1.1 Écologie sociale et régimes agrométaboliques..... | 14 |
| 1.1.1 Le métabolisme social et ses outils agrométaboliques..... | 14 |
| 1.1.1.1 Le nexus stocks-flux-pratiques, un outil métabolique précieux..... | 14 |
| 1.1.1.2 L’évolution historique des systèmes agricoles à travers le prisme métabolique..... | 18 |
| 1.1.1.3 Des régimes agroécologiques appliqués : un zoom sur le Québec..... | 21 |
| 1.1.2 Quels liens entre agriculture et capitalisme ?..... | 24 |
| 1.1.2.1 Un lien historique et verrouillé entre agriculture et capitalisme..... | 25 |
| 1.1.2.2 Agroécologie : une alternative théorique et pratique..... | 27 |

| | | |
|--|---|----|
| 1.2 | Mise en pratique, mise en question | 30 |
| 1.2.1 | La ferme coopérative comme alternative : une expérience participative | 30 |
| 1.2.1.1 | Description du modèle agricole et de mon expérience de la Coop Les Hautes Herbes..... | 30 |
| 1.2.1.2 | Approche méthodologique : observation participante ou participation observante ? | 31 |
| 1.2.2 | Une expérimentation terrain des déséquilibres métaboliques..... | 33 |
| 1.2.2.1 | Les idéaux en pratique : pelleter du compost pendant des heures..... | 34 |
| 1.2.2.2 | Le collectif en question et les stratégies face au système capitaliste | 38 |
| 1.2.2.3 | Appliquer les outils du métabolisme à sa propre ferme..... | 40 |
| 1.2.3 | Des « pris pour acquis » théoriques à déconstruire..... | 43 |
| 1.2.3.1 | Des recherches partielles | 44 |
| 1.2.3.2 | Manques analytiques métaboliques | 45 |
| CHAPITRE 2 CONSTRUCTION D'UNE GRILLE ANALYTIQUE AGRO-SOCIOLOGIQUE..... | | 47 |
| 2.1 | Limites planétaires et (post-)capitalisme..... | 47 |
| 2.1.1 | Limites planétaires | 48 |
| 2.1.1.1 | Un nouveau paradigme lié à l'Anthropocène..... | 48 |
| 2.1.1.2 | Les neuf limites et l'agriculture | 49 |
| 2.1.1.3 | Visions critiques des limites planétaires..... | 52 |
| 2.1.2 | Les causes sous-jacentes de l'insoutenabilité du système économique capitaliste..... | 53 |
| 2.1.2.1 | Capitalisme agricole et limites planétaires | 53 |
| 2.1.2.2 | « La nature contre le capital »..... | 54 |
| 2.1.2.3 | Un capitalisme insoutenable et injuste..... | 55 |
| 2.1.3 | Post-capitalisme et agriculture..... | 57 |
| 2.1.3.1 | Un système économique basé sur les besoins..... | 57 |
| 2.1.3.2 | Une économie encastrée et démocratique..... | 58 |
| 2.1.3.3 | L'agriculture, un terreau fertile pour l'après-capitalisme ? | 60 |
| 2.2 | Une ferme post-capitaliste : une grille d'analyse socio-économique..... | 61 |
| 2.2.1 | La dimension socio-économique des systèmes agro-alimentaires dans les analyses métaboliques..... | 63 |
| 2.2.2 | Définition des critères et indicateurs d'une analyse socio-économique | 65 |
| 2.2.3 | Modélisation d'un système d'analyse du métabolisme agro-alimentaire | 68 |
| 2.2.4 | Discussion sur les apports potentiels du modèle..... | 70 |
| 2.3 | Métabolisme, agroécosystèmes et cycles biogéochimiques..... | 71 |
| 2.3.1 | Écosystèmes, agroécosystèmes : définitions | 72 |
| 2.3.2 | Les outils de mesure du métabolisme : quantitatifs et multifactoriels..... | 73 |
| 2.3.3 | Appliqué aux agroécosystèmes : le métabolisme agricole et ses outils analytiques transformateurs..... | 75 |
| 2.3.3.1 | Le <i>land cost</i> , une spatialisation des externalisations métaboliques | 75 |
| 2.3.3.2 | EROI et biodiversité..... | 76 |
| 2.4 | Perspectives agroécosystémiques : une grille d'analyse métabolique | 79 |
| 2.4.1 | Les fonds, un ajout fondamental à la modélisation métabolique des agroécosystèmes..... | 80 |
| 2.4.1.1 | Des pratiques agricoles qui reproduisent la nature : les fonds et leur reproduction | 81 |
| 2.4.1.2 | Une application sur le terrain : les sols vivants | 82 |
| 2.4.2 | L'apport de la notion de colonisation, entre autonomie et domination..... | 84 |
| 2.4.3 | Modélisation d'une grille d'analyse agroécosystémique | 87 |

| | | |
|---|--|-----|
| 2.4.3.1 | Tour d'horizon théorique et positionnement | 87 |
| 2.4.3.2 | Construction méthodologique des indicateurs agrosystémiques | 88 |
| 2.4.3.3 | Discussion sur les apports et limites | 90 |
| CHAPITRE 3 DISCUSSIONS | | 93 |
| 3.1 | Conception d'une matrice analytique : liens et boucles de rétroactions | 93 |
| 3.1.1 | Les liens et interactions entre les deux grilles d'analyse..... | 93 |
| 3.1.2 | Les rétroactions d'une matrice interconnectée | 95 |
| 3.1.3 | Exemples d'application de la matrice analytique et limites..... | 98 |
| 3.1.3.1 | Le sol et ses conceptions..... | 98 |
| 3.1.3.2 | L'autonomie, entre autosuffisance et communauté..... | 100 |
| 3.1.3.3 | Les limites du modèle analytique..... | 101 |
| 3.2 | Un nouveau Nexus..... | 102 |
| 3.2.1 | Présentation du nexus stock-flux-pratiques-fonds | 102 |
| 3.2.1.1 | Modèle théorique et apports..... | 102 |
| 3.2.1.2 | Présentation du nexus stock-flux-pratiques-fonds | 104 |
| 3.2.2 | Applications du nexus | 105 |
| 3.2.2.1 | Caractérisation des nexus et de leur régime..... | 105 |
| 3.2.2.2 | Présentation des modélisations des régimes agroécologiques | 106 |
| 3.2.2.3 | Linéarisation et nexus | 109 |
| CONCLUSION | | 111 |
| Une expérience terrain transformée en outil analytique | | 111 |
| Matrice analytique critique et modélisation théorique | | 111 |
| Le territoire au cœur de la re-circularisation | | 114 |
| ANNEXE A MISSION ET VISION DE LA FERME DES HAUTES HERBES..... | | 118 |
| ANNEXE B INDICATEURS SOCIO-ÉCONOMIQUES | | 120 |
| RÉFÉRENCES..... | | 124 |
| BIBLIOGRAPHIE | | 136 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|-----|
| Figure 1.1 Figure 1.1 Le Nexus SFP appliqué à l'agriculture..... | 18 |
| Figure 2.1 Les flux énergétiques dans les agro-écosystèmes sous une gestion organique et industrielle, tirée de Guzman et de Molina (2015)..... | 82 |
| Figure 2.2 Modélisation axiale de la typologie des modes de colonisation..... | 87 |
| Figure 2.3 Modélisation des liens entre facteurs d'analyse agroécosystémique | 91 |
| Figure 3.1 Stratégies de management agricole à différentes époques selon leur contribution au renforcement de la biodiversité, tirée de Guzman et <i>al.</i> (2015) | 95 |
| Figure 3.2 Dynamiques de renforcement entre facteurs socio-économiques et enjeux écologiques | 97 |
| Figure 3.3 Le Nexus stock-flux-pratiques-fonds | 104 |
| Figure 3.4 Le Nexus de l'agriculture paysanne de subsistance..... | 106 |
| Figure 3.5 Le Nexus de l'agriculture industrielle fossile | 107 |
| Figure 3.6 Le Nexus de l'agriculture biologique, peu mécanisée en circuit court | 108 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|-----|
| Tableau 1.1 Évolution des EROI des régimes agroécologiques, basé sur Parcerisas et Dupras (2018) | 23 |
| Tableau 1.2 Entre représentations et réalités, les pratiques agricoles des Hautes Herbes..... | 34 |
| Tableau 2.1 Impacts de l'agriculture sur les limites planétaires | 51 |
| Tableau 2.2 Grille socio-économique d'un système agricole | 70 |
| Tableau 2.4 Grille agroécosystémique d'un système agricole..... | 90 |
| Tableau 3.1 Liens entre pratiques sociales agricoles et limites planétaires | 96 |
| Tableau 3.2 Comparatif entre les trois régimes agroécologiques | 105 |

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

| | |
|----------|--|
| ASC | Agriculture soutenue par la communauté |
| CAPÉ | Coopérative pour une agriculture de proximité et écologique |
| CRAAQ | Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec |
| ELIA | <i>Energy-Landscape integrated analysis</i> |
| EROI | <i>Energy returned on investment</i> |
| FAO | <i>Food and agriculture organization</i> |
| FUSA | Fiducie d'utilité sociale et agricole |
| HANPP | <i>Human appropriation of net primary production</i> |
| KLEM | <i>Capital, labour, energy, materials</i> |
| MEFA | <i>Material and energy flow accounting</i> |
| MuSIASEM | Multi-scale integrated analysis of societal and ecosystem metabolism |
| NPP | <i>Net primary production</i> |
| RFF | Réseau des fermiers de famille |
| SFP | Stock-flux-pratiques |
| SFS | Stock-flux-services |
| UPA | Union des producteurs agricoles |

RÉSUMÉ

À travers l'immersion réflexive dans une expérience de terrain au sein de la coopérative agricole Les Hautes Herbes, et une mise à distance analytique et critique de cette pratique, ce mémoire souhaite participer à la définition de critères tant écosystémiques que socio-économiques d'une ferme résiliente, qui pourrait s'inscrire dans une société post-capitaliste. En construisant une matrice analytique agrosociométabolique, nous amorçons une modélisation des différents régimes agroécologiques et notamment de celui de l'agriculture alternative actuelle. Enfin, nous proposons une contribution au modèle théorique du métabolisme sociale avec l'apport critique à deux niveaux :

- L'ajout des notions de fonds et de colonisation dans le modèle nexus stock-flux-pratiques ;
- L'enrichissement par d'autres corpus théoriques de la dimension socio-économique de l'analyse métabolique.

Mots clés : Métabolisme social ; Système agro-alimentaire québécois ; Post-capitalisme ; Écologie sociale ; Agroécosystème ; Coopérative

INTRODUCTION

Vivre les ruptures/déséquilibres métaboliques, une expérience de fermière

Le présent travail de recherche a pour origines (1) la mise en pratique d'idéaux et de théories sur le terrain en location d'une ferme maraîchère biologique, (2) la confrontation d'imaginaires révolutionnaires aux limitations du monde agricole ainsi qu'aux verrous matériels du régime capitaliste, et (3) le souhait de tirer une analyse constructive et critique de ce vécu. Débuter une ferme au début de la pandémie du Covid-19 en 2020 et maintenir cette activité pendant les trois dernières années, dans un monde dévasté par des incendies au Canada, en Europe et en Afrique du Nord, l'inflation grimpante, des sécheresses et des inondations catastrophiques dans l'ensemble des régions du monde est un défi difficilement anticipable¹. Une importante quantité de déni quotidien a été nécessaire pour maintenir une intensité de travail importante, et pourtant dérisoire face à ces informations catastrophiques et hors de portée d'action.

Les changements climatiques, les conséquences de la crise de la biodiversité, les impacts du régime fossile industriel sont pourtant un aspect inévitable de l'expérience sensible du maraîchage au Québec. Les agriculteurs et agricultrices subissent au premier plan les déséquilibres écologiques et en éprouvent de plein fouet les conséquences : sécheresse, inondations, variations extrêmes de température, modification des saisons, invasion d'espèces, résistance accrue des adventices et des insectes ravageurs, affaiblissement des espèces pollinisatrices, déstructuration du sol... (FAO, 2021). Les fermes sont également malgré elles plongées au cœur des dynamiques de marchandisation et des logiques de consommation poussées à leur extrême. L'expérience double (via l'état du monde extérieur et la pratique quotidienne du maraîchage) des déséquilibres métaboliques a entraîné une nécessaire remise en question des modèles agricoles, notamment celui choisi par notre coopérative : le maraîchage biologique bio-intensif faiblement mécanisé sur petite surface.

¹ Ou comme le résume parfaitement Aurélien Berlan en introduction de son ouvrage : « *Chaos climatique et géopolitique, montée des inégalités et des océans, érosion des sols et des libertés publiques, extinction en masse des espèces et des cultures vernaculaires* » (Berlan, 2022, p.9).

Question, objectifs et hypothèses de recherche

L'imbrication intrinsèque de l'agriculture et du régime fossile capitaliste est une réalité dont les conséquences affectent autant les écosystèmes et les équilibres planétaires que les populations, et notamment les minorités productrices et consommatrices. La nécessité d'un modèle alternatif se pose de façon criante face aux impacts majeurs et possiblement irréversibles découlant de cette imbrication (on peut penser par exemple au déclin de la biodiversité, affectée en grande partie par l'agriculture, avec notamment 62 % des espèces en danger menacées spécifiquement par l'activité agricole, Maxwell et *al.*, 2016). Cette nécessité implique à la fois des changements de pratiques agricoles et des transformations sociales au niveau des réseaux agroalimentaires (Plank et *al.*, 2020), mais également une modification de fond du régime agrométabolique qui sous-tend ces systèmes.

Les corpus théoriques, nous² le verrons, s'accordent pour positionner les modèles agricoles alternatifs comme une solution type, *a priori* incorporée à la société post-capitaliste à construire. Néanmoins, forte de l'expérience de terrain vécue à travers les trois saisons maraîchères de la Coop Les Hautes Herbes, je souhaite questionner ces affirmations théoriques. L'objectif est de dépasser leurs lacunes analytiques et leur binarité (la validation enthousiaste ou le rejet sceptique) et d'y incorporer les nuances et compromis expérimentés dans la matérialité d'une activité agricole se voulant alternative, bien qu'intégrée au régime fossile capitaliste. En effet, il semble difficile aujourd'hui de vérifier la pertinence d'un système agricole dans une visée post-capitaliste, en prenant en compte le degré d'impact écologique et métabolique de ce système, tout en considérant le niveau de soutenabilité socio-économique dudit système.

Ce constat nous amène à formuler notre propre question : comment peut-on valider la pertinence agro-socio-métabolique d'une ferme ? Grâce à quelle méthodologie ? Comment réintégrer les paysans et paysannes ainsi que leurs pratiques dans cette analyse ? Comment incorporer le territoire et son tissu social à l'étude des cycles d'une ferme ? **Quel apport méthodologique est-il possible de faire afin de rendre visibles les liens entre les différents déséquilibres (métaboliques, socio-économiques, écologiques) et leurs potentiels rééquilibrages ?**

² Au fil de ce mémoire, je vais alterner entre un "je" expérientiel et descriptif et un "nous" analytique et académique. Ce jeu entre deux pronoms illustre l'alternance de mon positionnement tout au long de cette recherche entre un "moi" agissant et un "moi" conceptualisant. Je m'excuse par avance pour la possible confusion qui en résulte.

L'objectif, dans ce mémoire, sera de tenter une proposition méthodologique complémentaire aux méthodes existantes, via la perspective critique de l'outil métabolique. De cette analyse critique découleront la matrice analytique d'un agroécosystème ainsi qu'un modèle théorique inclusif qui permettront la modélisation des interactions complexes au sein de cet agroécosystème. Cette matrice aura pour objectifs (1) l'étude des phénomènes de déséquilibre métabolique tant écologiques que socio-économiques et (2) l'illustration des liens et interactions entre ces phénomènes. Afin d'illustrer l'intérêt et les obstacles de cette démarche méthodologique, et dans les limites du présent mémoire de maîtrise, nous nous appuyerons sur le projet agricole mené par l'équipe de la Coop Les Hautes Herbes et moi-même, afin de fournir quelques exemples d'utilisation de cette matrice analytique.

En amont de la construction de cet outil analytique précis et interdisciplinaire, nous posons trois hypothèses :

1. Les pratiques agricoles alternatives et la mise en place d'une société post-capitaliste respectant les limites planétaires sont métaboliquement imbriquées.
2. Il est possible de mesurer la présence, l'aggravation ou l'amélioration de déséquilibres métaboliques en développant un cadre d'analyse interreliant les facteurs socio-économiques et agrosystémiques.
3. Il existe un lien entre la reproduction des conditions de vie écologiques, sociales et collectives.

Après avoir présenté les évolutions du modèle agraire dominant dans une perspective socio-écologique, ainsi que les impacts des révolutions agro-industrielles tant sur les écosystèmes que sur les rapports socio-économiques de la ruralité, nous allons faire une description critique de l'expérience de terrain de la Coop Les Hautes Herbes afin d'exposer deux failles théoriques de l'outil métabolique : le manque de prise en compte des pratiques sociales et de leur pendant politico-institutionnel, ainsi que la nécessité d'incorporer des outils utiles à l'analyse précise des cycles internes biophysiques des systèmes agricoles. La suite de notre recherche posera un regard critique sur l'outil du métabolisme social en lui-même, et sur les différentes méthodologies qui tentent d'améliorer la compréhension des interactions entre les pratiques agroéconomiques et les cycles biogéochimiques naturels afin de préciser notre analyse du métabolisme d'un système agroécologique. Nous poursuivrons ce mémoire par la construction de deux grilles d'analyse dans une construction théorique et méthodologique parallèle.

Tout d'abord, après avoir déterminé les critères de résilience d'une société post-capitaliste, nous construirons une grille socio-économique permettant de mesurer qualitativement la reproductivité des

systèmes socio-agricoles, en nous appuyant sur des indicateurs de pratiques sociales tirés d'un corpus théorique pluridisciplinaire. Puis, à la suite de la description de concepts permettant d'étudier le niveau d'autoreproduction des agroécosystèmes, nous formaliserons une grille dialectique de mesure des capacités écosystémiques du biotope agricole, en développant des concepts peu mis en œuvre dans l'écologie sociale viennoise.

Nous proposerons dans un troisième temps une matrice analytique découlant de la construction de ces deux grilles méthodologiques, afin de valider si les modèles alternatifs agricoles sont réellement porteurs d'espoir pour un modèle sociétal métaboliquement durable et socialement juste. À partir de cette matrice, nous tirerons une modélisation théorique (Willett, 1996) synthétique actualisée des systèmes agrosociométaboliques. Nous parviendrons enfin à l'idée de recircularisation comme réponse aux déséquilibres métaboliques, en l'articulant à la notion de territoire.

Avant de débiter ce cheminement, posons ici quelques notions préliminaires liées à notre sujet d'étude, l'agriculture et nos fondements théoriques, l'écologie sociale.

Agriculture, entre histoire et présent

Les périodes de l'agriculture occidentale

L'évolution de l'agriculture en Occident prend la forme de trois périodes, en termes historiques, et elles correspondent dans les grandes lignes aux analyses métaboliques de cette même histoire agricole : on retrouve ainsi un système agraire traditionnel suivi d'une industrialisation mécanisée qui résulte finalement en une mondialisation biotechnologique. Chacune de ces périodes a des niveaux de productivités différents, mais également des contextes sociopolitiques spécifiques et des conséquences particulières (Mayer *et al.*, 2015).

Les régimes alimentaires mondiaux et leurs épices

Kraussmann et Langthaler (2019) ont défini trois régimes alimentaires mondiaux en s'appuyant sur des périodes déterminées par Friedmann and McMichael (1989) et en y ajoutant une dimension socioécologique, correspondant aux impacts des régimes alimentaires sur les écosystèmes et les populations humaines. La première période s'apparente à un système centré autour de l'Angleterre, entre le XIX^{ème} siècle et 1945, où l'expansion des terres agricoles est permise par le colonialisme. L'Angleterre, pôle économique mondial, devait à l'époque importer des aliments pour nourrir sa population ouvrière, dont les besoins de consommation dépassaient ses capacités de production agricole

(en termes de surface). Les pratiques agricoles européennes (engrais verts, fertilisation par le bétail, rotations) permettaient à la fois une productivité importante et le maintien d'une bonne fertilité des sols (Guzmán et de Molina, 2009). Cependant, les territoires (notamment américains) appropriés par les empires coloniaux occidentaux correspondaient à autant d'immenses surfaces, assez riches en nutriments et en ressources fossiles (charbon) pour que les coûts de transport de la production soient faibles. Cette situation a mené à l'abandon partiel de l'agriculture traditionnelle en Europe, mise sous pression par les coûts de production extrêmement bas des colonies, qui restaient rentables malgré une productivité faible, et au développement d'un système alimentaire dépendant des importations d'une agriculture coloniale exportatrice de l'azote et du carbone des sols. Les méthodes destructrices mises en place sur les nouvelles terres cultivées ont entraîné une rapide crise de fertilité du sol (perte de 50 % des rendements par hectare en 50 ans), qui s'est terminée par une crise d'autosuffisance, aggravée par le contexte de la Deuxième Guerre mondiale et une crise écologique sur les terres américaines (*Dust Bowl* dans les années 1930).

S'ensuit une seconde période, bien plus courte selon les auteurs (1947 à 1973), durant laquelle les États-Unis se trouvent au cœur de l'intensification de l'agriculture via des régulations étatiques. La productivité est augmentée grâce au progrès agro-technologique, corrélé aux avancées chimiques dues aux conflits politiques de l'époque. En effet, les fertilisants synthétiques post-guerre sont basés sur l'industrie de l'azote, développée pour des raisons militaires. De plus, l'agriculture est modulée selon des mesures protectionnistes, et les exportations deviennent une arme politique à la fois contre la faim dans le monde et les systèmes communistes. On assiste à une « viandification » des régimes alimentaires, dont la conséquence est la massification des cultures céréalières destinées au bétail, ainsi qu'à une « huilification » (*oilification*) des régimes occidentaux. Avec la « *Green revolution* », l'agriculture se modernise à travers les processus connus d'industrialisation, de mécanisation et d'amélioration génétique des semences, pour finalement devenir un puits d'énergie au lieu d'en être une source, consommant davantage d'énergies fossiles qu'elle ne produit de biomasse et d'énergie nutritionnelle et perturbant les cycles biogéochimiques de l'eau, de l'azote et du carbone. Cette période se termine également par une crise, cette fois de surproduction, dans le contexte des crises pétrolières de 1973, où les prix bas ne permettent pas aux producteurs de vivre décemment et où le gaspillage alimentaire devient systématique. C'est à partir de cette période que l'agriculture semble devenir un facteur majeur de dépassement des limites planétaires (Rockström et al., 2009, Steffen et al., 2015), notion que nous aurons l'occasion d'étudier en profondeur dans les prochains chapitres.

La dernière période se situe des années 1980-1990 à aujourd'hui. Elle est nommée le « *régime globalisé et néolibéral* » par Krausmann, et l'agriculture y est dépendante du commerce international auquel elle est aussi dédiée. Les relations entre pays se sont mondialisées, entraînant notamment une uniformisation des régimes alimentaires (la consommation de viande s'est par exemple généralisée dans l'ensemble des pays). On observe une dualité grandissante dans laquelle l'alimentation industrielle, reflétant la philosophie de la quantité, s'oppose à la recherche de la qualité via l'agriculture biologique de proximité. Cependant, ces dynamiques sont toujours biaisées en raison de l'omniprésence des intérêts des entreprises de l'agrobusiness, qui conventionnalisent les pratiques biologiques, développent les biotechnologies, s'adaptent aux images recherchées par le public sans améliorer leur fonctionnement (*greenwashing*) et continuent de rechercher l'expansion des terres agricoles à tout prix (accaparement des terres dans les pays du Sud), tout en soutenant la reforestation dans les pays occidentaux. Ainsi, on assiste à une sensibilisation autour des questions environnementales et à l'apparition d'un attrait pour les produits issus de l'agriculture biologique (la surface cultivée sous certification biologique a quintuplé entre 1999 et 2016), mais cette période reste globalement une poursuite du second régime, les alternatives restant extrêmement minoritaires (seulement 4 % des terres arables dans le monde sont en culture biologique).

L'agriculture mondiale en crise

Disparités grandissantes entre urbain et ruralité

Dans la continuité de ces différents régimes alimentaires, on peut observer que, depuis l'époque de Marx, la production agricole n'a fait que s'intensifier, s'industrialiser et se mondialiser, suivant de ce fait l'évolution du capitalisme, et les enjeux associés se sont aggravés proportionnellement. Foster (2000) décrit ainsi une rupture entre la production animale et la nourriture produite pour eux. Elle est due à l'élevage intensif, dans lequel le bétail est nourri via une production céréalière importée. Cette forme de production a pour conséquence de priver les sols d'une quantité encore plus importante de nutriments. Par ailleurs, le milieu agricole est devenu intrinsèquement lié à la location des terres (48 % d'entre elles sont louées), perpétuant une problématique décrite par Marx, où les producteurs locataires n'ont aucun intérêt à préserver à long terme la fertilité des sols et doivent rentabiliser au maximum et le plus rapidement possible leur production. On assiste donc à une production synthétique des fertilisants et à un transport mondialisé de ces derniers, ce qui rend leur utilisation très coûteuse, tant économiquement qu'écologiquement. Ceux-ci étant solubles, ils sont en effet la principale source de pollution des cours d'eau dans le monde. Enfin, la gestion des déchets organiques résidentiels, trop pollués (par des métaux

lourds, notamment, mais également par les médicaments consommés à grande échelle au XXI^e siècle) pour être restitués aux champs désormais, malgré des initiatives localisées de compostage urbain est, elle aussi, coûteuse et encombrante.

Le taux d'urbanisation actuel grandissant et les enjeux socioécologiques qui en découlent dérivent en partie de la spécialisation des deux zones spatiales au cours du développement de l'économie capitaliste : au fil des siècles, les villes se sont métamorphosées en mégalofoles, devenant des centres industriels rassemblant la majorité de la population, des épicoentres de consommation. De leur côté, les campagnes se sont transformées en garde-mangers « mécanisés » (Foster, 2000) qui exportent les matières premières pour nourrir les milieux urbains. Elles sont considérées comme des réserves d'exploitation de « ressources » naturelles, où ne subsiste la plupart du temps que des étendues de sols nus poussiéreux, une campagne désertifiée autant en termes de population que de biodiversité (Carson, 1962). La situation actuelle illustre exactement cette rupture, l'agriculture étant devenue l'un des principaux facteurs des crises climatique et écologique : appauvrissement des sols, érosion, pollution des eaux, crise de la biodiversité (FAO, 2021).

Un bilan environnemental et social inquiétant

D'après notre survol historique, l'agriculture actuelle semble toujours engoncée dans la troisième période décrite par Krausmann et *al.* (2019), dont les conséquences sont aujourd'hui connues : l'agriculture intensive est par exemple le principal facteur du stress hydrique et le second facteur de perte de biodiversité (Marín-Beltrán et *al.*, 2021). Tel que le rappelle Foster (2000, p.22): « *Agriculture, Marx observed, "when it progresses spontaneously and is not **consciously controlled**... leaves deserts behind it" (Marx and Engels 1975b, p. 190; emphasis in original)* ». Ainsi, la désertification augmente tandis que les forêts disparaissent à cause de l'étalement urbain et de l'expansion toujours plus forte des terres agricoles destinées à l'alimentation animale (77 % des terres cultivées au niveau mondial), la plupart de ces terres étant arrachées aux mains des populations locales des pays du Sud par un accaparement corporatif (50 millions d'hectares acquis par des investisseurs privés depuis 2000) (Roux, 2021). Dégradant à la fois les écosystèmes et les communautés locales, l'agriculture est basée sur la mécanisation, la concentration des terres en d'immenses propriétés (6 % des plus grandes propriétés correspondent à 50 % des terres agricoles) et l'utilisation de la biochimie, trois caractéristiques de la Révolution verte exportée dans les anciennes colonies. Cette agriculture est vectrice d'une déterritorialisation de la production agricole à travers la dérèglementation du marché mondial

correspondant (Roux, 2021 ; FAO, 2021), facilitée par les accords de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) de 1995 (Mayer *et al.*, 2015).

La simplification des écosystèmes, l'uniformisation des semences et l'appauvrissement des sols ont tous pour objectif de rendre l'agriculture concurrentielle, mais il est notoire qu'il s'agit davantage d'une « fausse » productivité, où la fertilité est maintenue à haut prix tandis que les cours d'eau sont victimes de contamination toxiques, les nappes phréatiques d'assèchement, les sols d'érosion, menant à des dérèglements climatiques et écologiques d'une ampleur inégalée (Roux, 2021 ; Deneault, 2019 ; Carson, 1962). De plus, cette mise en concurrence mondialisée s'appuie souvent sur des mécanismes d'éviction des petits producteurs, les laissant à la marge de la production et fragilisant la sécurité alimentaire de nombreux pays, ce qui menace la souveraineté alimentaire des populations (Chaifetz et Jagger, 2014). Une des principales problématiques actuelles, liée notamment à la concentration des terres dans les mains de quelques grands propriétaires et à l'accaparement précédemment cité, est la perte d'accès aux terres et à leur propriété : une part grandissante des petits producteurs sont écartés du marché des terres agricoles par les prix sans cesse en augmentation, la location étant la seule option accessible (Roux, 2021 ; Mayer *et al.*, 2015). Il est important de noter que cette tendance est en parfaite continuité avec la privatisation des terres mise en place lors des *enclosures* en Angleterre au XVII^e siècle (Meiksins Wood, 2009).

L'appel à d'autres modèles agricoles

Face à cette situation préoccupante, des formes agricoles alternatives sont proposées depuis plusieurs décennies comme forces transformatrices de l'agriculture mondiale : l'agriculture biologique, non-mécanisée, permacole, soutenue par la communauté, agroécologique, en circuits courts, en sols vivants... Tous ces modèles agricoles promeuvent à leur manière un lien renforcé avec la nature, un réancrage de la production dans la communauté locale consommatrice, ainsi qu'un retour aux savoir-faire traditionnels permettant une certaine autosuffisance (Chaifetz et Jagger, 2014). De façon évidente, chaque modèle a ses particularités : ainsi la permaculture s'attache à reproduire au maximum les systèmes naturels (biomimétisme) pour atteindre un niveau élevé d'autonomie, privilégiant les vivaces dans un système global où tout élément est lié aux autres, davantage dans une perspective d'autosuffisance que commerciale (Ferguson et Lovell, 2014). L'agriculture régénérative tente au contraire de développer un modèle économique rentable, tout en maximisant la biodiversité ainsi que la capture du CO₂ et de la matière organique dans les sols, afin de les rendre fertiles à long terme, notamment grâce à l'organisation de pâturages rotatifs (LaCanne et Lundgren, 2018).

L'agriculture biologique peut ressembler fortement aux méthodes conventionnelles en reproduisant des systèmes monocultureux mécanisés, mais il existe également un modèle réémergent, basé sur les pratiques des agriculteurs parisiens du XVIII^e et XIX^e siècles, où est planté un nombre maximal de plantations sur une surface restreinte et où toutes les pratiques sont tournées vers la santé du sol et préconisent une utilisation minimale de la mécanisation. Ce modèle a été repris par des pionniers tels qu'Eliot Coleman et il constitue une source d'inspiration pour la nouvelle branche de l'agriculture bio-intensive, notamment au Québec (Sayre, 2011). Le non-travail du sol (*no till*) a notamment comme origine les politiques américaines de conservation du sol post-*Dust Bowl* (Gersmehl, 1978) et se développe à de nombreux endroits sur la planète dans une volonté de protéger les sols, et ce en démontrant que le labour utilisé à grande échelle détruit la structure du sol et qu'il faut par conséquent proposer plutôt des cultures de couverture du sol et des engrais verts (Halde et al., 2017).

Enfin, les circuits courts et plus particulièrement l'agriculture soutenue par la communauté (ASC) sont davantage des modèles de commercialisation que de production, qui proposent une manière éthique de consommer en « réenchantant » le lien avec la nourriture (Thompson et Coskuner-Balli, 2007). L'ASC promeut un lien renforcé entre consommateur et producteur grâce à la vente directe des produits cultivés, la proximité du lieu de culture et son accès facilité, la redécouverte de légumes ou autres produits locaux et de saison et de leur temporalité, ainsi que la meilleure connaissance de la réalité de l'agriculture grâce à des événements tenus sur place, une communication continue et parfois même du bénévolat de la part des consommateurs, considérés comme les partenaires des agriculteurs, les soutenant monétairement lors des échecs culturels et profitant avec eux des réussites (Thompson et Coskuner-Balli, 2007).

À travers cette introduction, nous avons pu voir l'ancrage originel du système capitaliste dans l'agriculture, et nous avons commencé à faire émerger les boucles de rétroaction entre ces deux systèmes (économique et agricole) entraînant une dynamique de linéarisation et d'aliénation dans le régime actuel. Nous allons, dans la suite de ce mémoire, préciser les liens intrinsèques entre le système économique capitaliste et la réalité agricole, afin de mettre en lumière l'effet de verrouillage (Seto, 2016) que les mécanismes financiers et industriels ont sur les pratiques agricoles mondiales. Pour ce faire, nous allons, avant de problématiser ce verrou et le besoin de valider scientifiquement les options de déverrouillage que sont les alternatives agricoles, introduire le champ d'études qui nous permettra de nous plonger dans une analyse pluridisciplinaire des interactions nature/société : l'écologie sociale.

Introduction à l'écologie sociale

Afin de discuter des enjeux et des possibles solutions à l'état critique de l'agriculture actuelle, nous nous appuyons sur l'ensemble des recherches en écologie sociale et en économie écologique. La différence entre ces mouvements de pensée et les courants théoriques dominants est leur volonté d'observer de façon holistique les crises écologiques et sociales vécues par l'ensemble des populations, en particulier depuis la révolution industrielle. L'écologie sociale s'appuie sur une critique historique du système économique capitaliste, afin de mettre en lumière les liens entre une société humaine et l'écosystème dans lequel elle évolue et avec lequel elle interagit.

Une réponse aux visions économiques de l'environnement

Depuis les premières théories économiques d'Adam Smith et de David Ricardo, sur lesquelles sont basés de nombreux présupposés de notre économie actuelle, la nature est vue comme un facteur de production inintéressant à prendre en compte, puisqu'allant de soi, accessible et illimité la plupart du temps. Bien que les physiocrates mettent de l'avant une préoccupation vis-à-vis des limites naturelles comme possible entrave à la croissance économique (Gerber et Scheidel, 2018), et que la fertilité des sols soit rapidement devenue un enjeu pour les économistes tels que Ricardo et Smith (Haug, 2022), la nature comme globalité est souvent mise de côté dans les calculs économiques classiques. L'économie considère donc davantage le travail humain comme principal facteur de production, et les ressources naturelles comme un capital naturel, c'est-à-dire un « stock » à gérer de façon durable pour que la production se maintienne (Biesecker & Hofmeister, 2010).

À la suite de la mise en place d'un système économique capitaliste industriel dans la plupart des sociétés et lorsque les enjeux environnementaux ont émergé dans les années suivant les guerres mondiales, avec notamment la publication du rapport Meadows 1972 ou l'essai *Silent Spring* de Rachel Carson en 1962, les milieux économistes se sont emparés du sujet avec la volonté de trouver des moyens de faire perdurer le système de croissance. La notion de développement durable apparaît alors dans le rapport Brundtland, en 1987, et permet d'allier le développement économique aux contraintes écologiques et sociales dans une perspective à long terme, en réponse aux « limites à la croissance ». C'est à travers cette mouvance et l'assimilation des enjeux environnementaux au système capitaliste que l'économie environnementale s'est développée en proposant des mécanismes financiers liés au marché pour réguler les impacts environnementaux de l'économie, qui sont vus comme des externalités, et ce en en faisant porter la responsabilité aux acteurs individuels et en détournant l'idée d'écosystèmes interdépendants pour la restreindre à des services écosystémiques, utiles aux humains. Ainsi, on voit apparaître

récemment des outils tels que le marché du carbone, les banques de compensation écologique ou bien encore des projets de géo-ingénierie, progression ultime de l'angle utilitariste de la « nature » (Deneault, 2019). La vision environnementale derrière ces solutions technicistes et néolibérales est celle d'une nature marchandisable, monétisable, et ayant une valeur uniquement économique, vision contre laquelle s'est construite la théorie de l'écologie sociale.

Définition de l'écologie sociale

L'écologie sociale part de la prémisse d'une interrelation entre les systèmes sociaux et les écosystèmes qui les supportent, à travers une relation de médiation, où l'un influence l'autre et réciproquement (Biesecker & Hofmeister, 2010). Les sociétés humaines, à chacun de leurs stades, ont eu une relation spécifique avec les systèmes biophysiques qui les englobaient et les structuraient. Aujourd'hui, cette relation s'est assez transformée pour que l'on soit désormais en relation (depuis l'entrée dans l'ère des énergies fossiles) avec des cycles biogéochimiques, qui correspondent à des échelles de temps très différentes de celles des sociétés humaines, et que pourtant nous impactons de façon excessive et parfois irréversible à très court terme (Pineault, 2023). D'après Bookchin (2020), (qui a le premier introduit la notion d'écologie sociale) les crises écologiques dont nous sommes témoins étant en lien avec les systèmes socio-économiques que l'on entretient, un changement radical de l'un est nécessaire pour espérer réguler l'autre. Ce mouvement de pensée a donc des racines profondément révolutionnaires et reste aujourd'hui, bien qu'institutionnalisé à travers diverses écoles de pensée universitaires (Université autonome de Barcelone, École de Vienne), très critique du système capitaliste, ce dernier étant vu comme la raison principale des crises qui nous entourent (ainsi que de toutes les inégalités de classe, de race et de genre qui en découlent), qu'elles soient écologiques et sociales.

Les recherches liées à l'économie écologique et à l'écologie sociale se multiplient depuis leur émergence dans les années 1970, avec l'application des lois de la thermodynamique à l'économie par Georgescu-Roegen, ainsi que les limites à la croissance du rapport Meadows, et la résurgence de la notion de limites planétaires (Rockström, 2009, Steffen, 2015). On voit dans les fondements de cette réflexion l'importance de placer au centre de l'étude du processus économique ses aspects physiques et thermodynamiques (Couix, 2020). Ce cadre théorique est un des seuls à concrétiser le besoin matériel de réduire les intrants (extractions des ressources naturelles) et les extrants (déchets, pollution) de notre modèle de société, afin de sortir de l'illusion d'un processus économique circulaire et infini, qui n'aurait aucun impact sur l'écosystème environnant (Pineault, 2023).

Petite histoire du métabolisme

Le métabolisme social est un outil analytique permettant de comprendre les relations société-nature en étudiant les paramètres biophysiques d'un système socio-économique donné, à travers la matérialisation des processus extractifs et dissipatifs de flux de matière et d'énergie (Beaucaire et *al.*, 2022) utilisés pour maintenir ledit système. Marx est le premier à utiliser la notion de métabolisme en dehors de ses habituels milieux théoriques que sont la biologie et l'écologie (Foster, 2000). Il reprend l'idée des flux de matière et d'énergie nécessaires au maintien en vie d'un organisme vivant, et l'applique à la société humaine. Cette idée va se développer au fil de la pensée de l'écologie sociale : les sociétés humaines ont des déterminants politico-culturels qui définissent un système de production économique, lui-même basé sur des sources (intrants) et des puits (extrants) naturels, par définition limités (Fischer-Kowalski, 2016). Le circuit économique des flux métaboliques prend ainsi une forme linéaire, avec l'ajout au classique schéma production-consommation de deux moments d'interaction avec les écosystèmes : celui de l'extraction de ces flux (matières, énergie), et celui de la dissipation, lorsque ces flux retournent dans les systèmes naturels, notamment sous forme de déchets et de pollution, avec souvent des conséquences non prises en compte (Pineault, 2023). Pour la première fois, un outil permet d'évaluer les besoins (et donc l'emprise) d'une société pour s'automaintenir, tel un organisme: « *Fischer-Kowalski has thus suggested "considering as part of the metabolism of a social system those **material and energetic flows that sustain the material compartments of the system**" (1997, pp. 121, 131; emphasis in original).* » (cité dans Foster, 2000, p.19). L'école de Vienne, dans les années 1990, en a fait son principal objet d'étude afin d'observer au plus près les interactions société-nature au fil de l'histoire – en se basant sur les méthodes quantitatives de l'économie écologique – et d'imaginer de nouvelles médiations possibles.

Ainsi, on situe les principales transitions de régimes sociométaboliques dans le temps par des changements significatifs de matière et d'énergie dans les flux, dans les recherches sur le long terme, avec par exemple un basculement du type de flux : de biomasse et ressources primaires, nous passons à des flux extractifs, fossiles. Le plus souvent, la transition principale sur laquelle les travaux métaboliques se penchent est celle entre les régimes agricole et industriel. Ceux-ci s'appuient sur les données davantage disponibles à partir des années 1950, et ce jusqu'à aujourd'hui (Fraňková et *al.*, 2018, Krausmann et *al.*, 2016). Les études sociométaboliques ont permis de démontrer que la transition vers un régime métabolique industriel n'a cependant été complétée que dans une minorité de pays, et que les deux tiers des régions du monde sont encore, de nos jours, dans un régime agricole ou en transition

(LaRota-Aguilera, et *al.*, 2022), subissant les effets des échanges inégaux entre le Nord et le Sud (Hornborg, 1998).

Nous avons dans cette introduction survolé les intentions, les questions de recherche ainsi que les hypothèses sous-jacentes de ce mémoire. À la suite d'une brève immersion dans l'état et la périodisation de l'agriculture occidentale, nous avons entrouvert la porte de l'écologie sociale et des principaux outils sur lesquels nous échafaudons la présente recherche. Il est désormais temps, afin de poursuivre notre problématisation, de plonger dans le métabolisme social et sa mise en pratique sur le terrain de la ferme des Hautes Herbes. Dans le chapitre suivant, nous construirons une grille méthodologique d'analyse d'un agroécosystème, portant à la fois sur les facteurs socioéconomiques que agroécologiques. Enfin notre dernier chapitre portera sur les liens, les boucles de rétroactions entre ces facteurs, ainsi que sur la proposition d'un nouveau nexus stocks-flux-pratiques-fonds.

CHAPITRE 1

CONTEXTE ET PROBLÉMATISATION

Des liens ont commencé à être tissés entre agriculture, écologie et métabolisme social au cours de notre introduction. Nous souhaitons à présent éclairer de manière critique et historique les régimes métaboliques et les modèles agricoles qui en ont résulté. L'imbrication des systèmes agroécosystémiques aux régimes sociométaboliques est déterminante dans nos capacités d'analyse du régime actuel et de préfiguration d'un modèle alternatif, post-capitaliste. Nous détaillerons ce processus théorique et examinerons cette imbrication et les possibles verrous qu'elle entraîne dans ce chapitre. Afin de nous ancrer dans le réel, nous nous appuierons sur l'expérience de pratique agricole et entrepreneuriale que j'ai vécue au sein de la ferme coopérative Les Hautes Herbes. Si cette expérience a rendu tangibles et concrets les verrous explicités par la théorie du métabolisme social, elle a également mis en lumière les apories des méthodologies existantes : lorsque la théorie est mise à l'épreuve de la grelinette et des champs, elle devient alors un point de départ à enrichir et complexifier.

1.1 Écologie sociale et régimes agrométaboliques

1.1.1 Le métabolisme social et ses outils agrométaboliques

Le métabolisme social est un outil très pertinent pour retracer les utilisations sociales des ressources biogéophysiques : il permet d'analyser la trajectoire des flux, de leur extraction, leur utilisation/transformation dans la production et consommation et leur dissipation. Cependant, cet outil comporte certaines faiblesses théoriques et l'école de Vienne procède à un travail constant d'amélioration du modèle. Nous étudierons tout d'abord les dernières avancées théoriques de l'écologie sociale que sont les nexus, avant de nous pencher sur les régimes agrométaboliques.

1.1.1.1 Le nexus stocks-flux-pratiques, un outil métabolique précieux

L'ajout des concepts de stocks et des services fournis par les chercheurs de l'école de Vienne permet de compléter les analyses métaboliques et d'apporter des solutions aux défis théoriques, dans l'idée de construire des trajectoires métaboliques soutenables à long terme. Haberl et *al.* (2017) proposent ainsi une approche complémentaire à l'analyse reposant uniquement sur le concept de flux : le nexus stocks-

flux-services. D'après ces chercheurs, ce sont les stocks qui vont pouvoir fournir abris, mobilité et moyens de communication. Les stocks correspondent en effet aux infrastructures, aux routes, aux bâtiments, aux systèmes d'information et de communication. Ils sont dépendants des flux (énergie, matières premières, force de travail) pour être construits puis maintenus en fonction, et nécessitent d'être intégrés aux outils d'analyse métabolique.

De nombreuses décisions collectives et individuelles dirigent en effet des investissements importants vers des stocks et leur accumulation (achat d'un bâtiment, construction d'infrastructures...). Ces investissements entraînent une réduction des possibles métaboliques : une fois que des flux (financiers, de matière) sont ancrés dans un stock, on peut parler de verrous métaboliques, de dépendance au chemin ou encore d'héritage métabolique, qui amenuisent l'amplitude des changements de trajectoires futures possibles. Ainsi, si des investissements et des flux importants de matières sont investis dans la construction et le maintien d'infrastructures routières et urbaines, les tendances d'usage des flux futurs seront influencées par l'existence de ces stocks : à la suite d'un complexe autoroutier, où aucune piste cyclable ni voie pour les transports collectifs n'a été intégrée, la production et la consommation liées aux déplacements se concentrera vers des automobiles individuelles plutôt que sur le transport actif (vélo, bus...). Ce qui vaut pour l'usage des flux de ressources vaut également pour les flux dissipatifs (pollution, déchets) : les stocks sociétaux accumulés vont influencer la quantité et le type de ces rejets. De ce constat, l'équipe de chercheurs tire la conclusion que le XXème siècle serait davantage une société de stock que de déchets:

The fraction of resources extracted allocated to the build-up of material stocks has tripled in the last century and amounted to 55 % in 2010, the share of recycled materials in inputs to stocks remains low at 12 %. Reductions in resource extraction seem difficult or impossible to achieve as long as that stockpiling continues. (p.7, Haberl et al., 2017)

Face à ce constat d'une société de stock insoutenable, Haberl et al. (2021) affirment que les recherches sur la soutenabilité sont confrontées à une impasse, qu'elles ont atteint le « *glass ceiling of transformation* » (p.4) du fait du manque de solutions légitimées politiquement et acceptables socialement : l'idée de découplage grâce à l'innovation technologique a été abandonnée par la majorité scientifique et la décroissance est trop marginale dans l'opinion publique. Il n'y a donc pas de solution idéale pour répondre à l'enjeu, très bien défini par ailleurs, du métabolisme sociétal actuel, incluant les pratiques sociales qui y sont associées, et qui impliquent nécessairement un dépassement des limites planétaires mondiales (Steffen et al., 2015). Les recherches en soutenabilité font ainsi face à la question

fondamentale suivante : comment découpler le bien-être humain des flux biogéophysiques afin de réduire ces derniers sans menacer les conditions de vie humaines ?

Afin de sortir de cette impasse théorique, Haberl et *al.* (2017) proposent un autre apport au modèle flux-stocks : la notion de services, qui permettrait d'élargir la compréhension du bien-être, au-delà de son aspect purement économique (habituellement calculé à partir des revenus, via le PIB). En intégrant des données autres que le niveau économique des populations étudiées, le concept de bien-être ouvre de nouvelles possibilités en termes de métabolisme alternatif, en se centrant sur des standards de bien-être universels. Cependant, Plank et son équipe (2021) explicitent l'incapacité du modèle stocks-flux-services (SFS) à déterminer si le service peut être considéré comme positif ou non pour la société, cette observation étant le reflet de « *social and cultural norms, prescriptions, conventions, and power relations* » (p.4). De plus, l'évaluation du service a pour obstacles de nombreux autres paramètres : « *measurability, (in)commensurability of different dimensions of services, subjectivity, valuation, and context-specificity* » (p.4). Par ailleurs, le concept de services amène facilement à la monétarisation de ces services (comme on peut le voir pour les services écosystémiques), un système d'évaluation financier qui ne correspond pas au cadre de la transition socioécologique (Plank et *al.*, 2021). Enfin, ce modèle théorique ne permet pas d'illustrer les relations de pouvoir qui sont au cœur des décisions sur les services à prioriser ni sur la partie de la population qui sera la première bénéficiaire de ces derniers.

Dans la continuité de cette réflexion critique, Haberl et *al.* (2021) approfondissent leur propre apport : les bio-physiques (Haberl et *al.*, 2021). En effet, le métabolisme social a pu démontrer que les transitions socio-écologiques passées ont un lien très fort avec des transformations de grande ampleur de l'organisation de la société, et donc des pratiques sociales associées³. Haberl propose ainsi d'intégrer à l'analyse métabolique la théorie de la pratique:

The much-cited definition by Reckwitz (2002, p. 249) exemplifies why practice theory may be useful in our context: "A 'practice' (...) is a routinized type of behavior which consists of several elements, interconnected to one another: forms of bodily activities, forms of mental activities, 'things' and their use, a background knowledge in the form of understanding, know-how, states of emotion and motivational knowledge." (2021, p.5)

Haberl (2021) reprend la définition de Reckwitz d'une pratique à travers trois éléments : la matière, le sens et la compétence. Cette nouvelle proposition offre un contrepoint aux enjeux épistémologiques liés

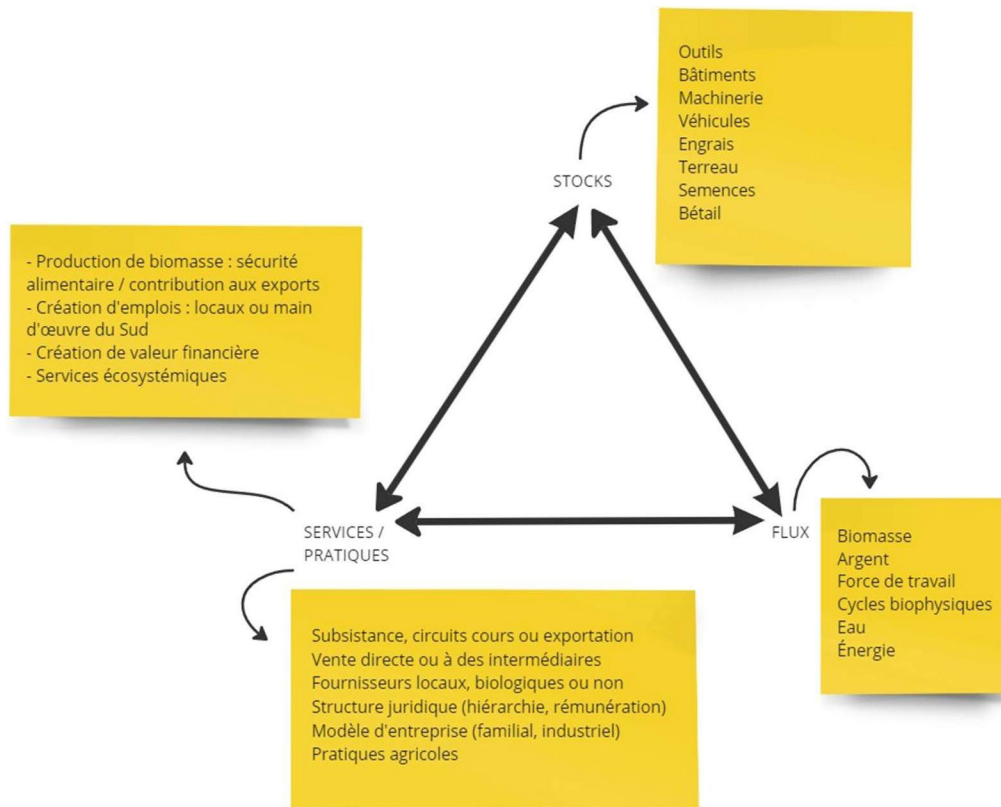
³ Un exemple évident est le passage du régime métabolique de chasseurs-cueilleurs à celui agricole, correspondant à l'évolution du nomadisme vers la sédentarité (Pineault, 2023).

aux services : les pratiques ne nécessitent pas de valeur pour exister, il suffit qu'elles soient pratiquées pour être considérées comme telles. Le concept de pratique sort ainsi du paradigme de l'« acteur rationnel », central dans les sciences économiques, et permet de conceptualiser le lien entre la production (un nouvel objet) et la consommation (de nouveaux usages) dans le processus métabolique. Le nexus stock-flux-pratiques aurait donc le potentiel de transformer complètement la vision du métabolisme et des possibilités de changement de régime métabolique. Ces nouvelles approches, complémentaires, démontrent le changement de paradigme dans les *sustainability sciences* : tournant le dos aux solutions technicistes, elles s'intéressent désormais aux changements sociétaux, à travers les pratiques sociales et les services.

Plank et *al.* (2021) persévèrent dans cette amélioration critique du modèle métabolique en intégrant au premier nexus SFS le concept de « provisioning system », qui comprend les pratiques mais également les institutions, les technologies ainsi que les savoirs. Cette proposition s'appuie sur une définition de la transformation socio-écologique qui dépasse les transitions technologiques : pour envisager une réelle transformation, la prise en compte par la théorie des personnes, de leurs intérêts, de leurs espoirs et des relations de pouvoir est nécessaire. La notion de « provisioning system » permet ainsi de comprendre les liens entre les structures biophysiques et les constructions culturelles, via la notion de besoins. De cette manière, le nexus SFS est encadré par une vision collective des bénéfices des services ainsi que du contexte socio-politique (Plank et *al.*, 2021).

Afin de rendre compte des apports de cet outil, nous proposons ici le nexus SFP/SFS appliqué à l'agriculture :

Figure 1.1 Figure 1.1 Le Nexus SFP appliqué à l'agriculture



1.1.1.2 L'évolution historique des systèmes agricoles à travers le prisme métabolique

Guzmán et de Molina (2015) ont proposé une classification des périodes historiques mondiales fondée sur les différents métabolismes agraires et les pratiques agricoles correspondantes, et il est intéressant de noter les ressemblances avec les régimes alimentaires de Krausmann et *al.* (2019) précédemment décrits. Ainsi, à partir des régimes agroalimentaires, il est possible de déterminer des régimes agroécologiques, à travers une typologie métabolique : les tendances agricoles correspondent à des pratiques d'utilisation des flux d'énergie et d'usage des terres, ce qui permet de restituer un portrait complet des différents métabolismes liés aux systèmes agricoles historiques, et de faire le lien avec le nexus SFP décrit plus haut.

Le régime agricole traditionnel repose sur l'énergie solaire, dans lequel l'équilibre est maintenu entre de multiples usages de la terre (*land use*), qu'il s'agisse des cultures, des pâturages ou bien des milieux sauvages. De plus, dans ce régime agroécologique organique, les cycles naturels sont respectés : les cultures sont semi-irriguées, ne nécessitant pas la ponction de grandes quantités d'eau, des surfaces laissées en jachère sont alternées avec les cultures céréalières grâce à des pratiques de rotation et enfin,

le fumier du bétail présent dans les pâturages est suffisant pour la fertilisation des champs. Un très haut taux de biomasse interne est réutilisé, qu'il s'agisse des résidus de culture, du fumier que nous venons de mentionner, ou des déchets de la consommation humaine. L'accès impossible à des apports d'énergie ou de biomasse externe amène les paysans à concevoir leur système agricole dans une diversité d'usages afin de répondre à tous leurs besoins (nourriture, logement, chauffage, transport) ce qui, observent Guzman et de Molina (2015), sécurise une grande biodiversité et des services écosystémiques nécessaires au maintien de l'agroécosystème.

Au début du XX^{ème} siècle, on observe l'introduction de l'utilisation des apports chimiques qui résulte d'un déséquilibre de fertilisation face à la demande accrue de productivité : le fumier n'est plus suffisant, les rotations sont plus courtes, la diversité des variétés cultivées baisse et des milieux humides sont détruits pour permettre l'expansion des terres arables. Ces nouveaux paramètres créent une première rupture avec la circularité de la période précédente : des intrants non locaux, et donc importés, s'ajoutent aux cycles agricoles, en faisant entrer l'agriculture dans une mondialisation progressive. On assiste ici à l'émergence d'un régime agroécologique nommé « *advanced solar economy* » par les auteurs, mêlant ainsi commercialisation à plus grande échelle et utilisation encore majoritaire de l'énergie solaire. La production est néanmoins décuplée durant ce régime, à la fois grâce à l'application des fertilisants chimiques et à l'augmentation des surfaces exploitables via l'assèchement de plusieurs milieux humides. Enfin, est décrit le régime agroécologique actuel dans lequel la production est totalement découplée de son territoire et subordonnée aux intrants. Ce régime est dépendant d'une augmentation massive de l'irrigation, de la systématisation de la mécanisation, des apports synthétiques de fertilisants et de la séparation entre bétail et agriculture, ce qui augmente les besoins en cultures céréalières pour les élevages et réduit simultanément l'approvisionnement en fumier pour les agriculteurs. Les auteurs insistent sur le lien entre ce régime fossilisé capitaliste et la commercialisation de l'ensemble du processus de production : les cycles de nutriments sont déséquilibrés, avec notamment des apports massifs de nitrates et de phosphore (Steffen et *al.*, 2015). De plus, l'utilisation de l'énergie locale et solaire devient minoritaire en termes de flux (bien que l'énergie solaire soit évidemment toujours nécessaire aux processus naturels photosynthétiques), remplacée par des intrants fossiles. En effet, à la place du surplus de biomasse résiduel qui permettait de maintenir la fertilité des sols dans le régime agroécologique initial, bâti donc sur une énergie solaire, le travail mécanisé du sol ainsi que les intrants synthétiques qui caractérisent la productivité de ce régime agroécologique nécessitent des flux d'énergie fossile immenses, créant une dépendance à ces stocks géologiques épuisables.

Le passage d'une agriculture paysanne locale basée sur l'autosuffisance à un système agro-technologique mondialisé, mécanisé et dépendant d'intrants fossiles est formalisé à partir du facteur énergétique : de source d'énergie en créant un surplus de biomasse à partir de la production primaire nette par la photosynthèse, l'agriculture est devenue un puits énergétique, nécessitant davantage d'unités énergétiques qu'elle n'en produit (en termes de quantité de biomasse) (Krausmann et *al.*, 2016).

Si l'on distingue de façon plus approfondie et métabolique ces deux régimes, la transition du bois au charbon correspond au changement de régime métabolique et énergétique (Fischbach, 2022). On peut ainsi observer au début un régime agroécologique paysan, circulaire, territorial et de subsistance, nécessitant peu d'intrants externes et ayant des cycles internes très importants, qu'il s'agisse de la biomasse, des nutriments ou bien de l'eau. Ce régime a une forte dépendance au territoire, à l'espace, puisqu'il dépend de trois types de terres (arables, pâturages, forêts) pour fournir l'énergie respectivement métabolique, mécanique et thermique. Parce que ces formes d'énergies ne pouvaient pas se remplacer, cela crée la nécessité de posséder les trois types d'énergies concomitantes sur un territoire, créant des espaces qui sont chacun dépendants l'un de l'autre (si l'on augmente un espace, on diminue l'accès à une autre forme d'énergie). Ce régime avait donc pour exigence de vastes territoires pour subvenir à une population restreinte, autant dans une société de chasseurs-cueilleurs qu'agriculteur. Le régime qui consiste en la captation et la conversion de l'énergie solaire correspond nécessairement à une société spatio-dépendante (Fischbach, 2022).

La transition vers un régime agroécologique commercial peu fossilisé, cependant fragilisé parce que dépendant d'intrants toujours manquants, s'effectue dans le contexte de la colonisation. Il s'agit d'un régime lié à l'émergence d'une commercialisation mondialisée, où la mise en place de l'externalisation des flux entraîne le développement d'un régime agroécologique fossile, complètement linéarisé, où les intrants massifs, tant en énergie, combustibles que force mécanique, sont importés et dans lequel les flux sont déterritorialisés, mondialisés, industrialisés : cette externalisation des *inputs* et des *outputs* de ces systèmes agricoles (Billen et *al.*, 2021) induit une forme de « *hidden footprint, which refers to the (often very distant) part of the territory from which natural resources or environmental functions essential to the functioning of the metabolism under study originate* » (Guzman et De Molina, 2009). En effet, à partir de 1800, les sources organiques d'énergie sont remplacées par des gisements à forte concentration en énergie solaire enfouie, des stocks extraordinairement puissants. Certaines populations ont pu s'affranchir de l'énergie solaire, et ont modifié leur régime sociétal énergétique. Ce faisant, elles se sont affranchies de la vitesse de régénération des plantes, des animaux et des forêts, et sont sorties non seulement de la dépendance à l'espace, mais également au temps organique. La juxtaposition des

espaces n'est plus nécessaire dans ce régime, ce qui réduit le ratio espace-population. Le travailleur actuel devient un gaspilleur de l'énergie solaire enfouie, puisque toute consommation d'énergie fossile est en total décalage temporel entre le temps long de la création de ces énergies fossilisées (qui est au départ de la matière organique, donc de l'énergie solaire).

1.1.1.3 Des régimes agroécologiques appliqués : un zoom sur le Québec

Il est intéressant, pour clore cette partie historique sur les différents régimes agroécologiques, de faire une évaluation approfondie du paysage québécois, puisque c'est sur ce territoire que notre étude se déroule. Parcerisas et Dupras (2018) ont déterminé également trois stades dans l'agriculture québécoise, en s'appuyant sur la même typologie krausmannienne. Cependant, d'une part, l'évolution québécoise est quelque peu décalée vis-à-vis du rythme mondial que nous avons survolé précédemment. D'autre part, les auteurs ont décelé une autre spécificité : l'évolution agroécologique québécoise se fait en deux temps, l'intégration au marché mondial et l'utilisation des carburants fossiles étant beaucoup plus lentes à se développer dans les régions éloignées et isolées (Témiscamingue, Abitibi, Saguenay) que dans la vallée du Saint-Laurent. Selon des données colligées depuis 1871, Parcerisas et Dupras déterminent que le premier stade se déroule jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle, date à laquelle on retrouve toujours le régime agroécologique de subsistance, qui se définit par une économie biologique agraire et traditionnelle.

Dans ce régime, où l'agriculture est déjà intégrée dans un marché mais fonctionne encore dans un système local, comprenant très peu d'intrants externes mises à part l'énergie solaire et la force de travail humaine et animale, un grand taux de recyclage interne de la biomasse permet d'obtenir un rendement énergétique très haut. On trouve dans ce régime initial les éléments typiques du modèle de paysannerie de subsistance : la diversité des usages agricoles (cultures maraîchères, fourrages, pâturages, bétail...) permet de répondre aux besoins de la communauté, notamment en termes de nutrition du bétail. Il est intéressant de noter que la production de biomasse augmente de façon plus importante entre la fin du XIX^{ème} et la période de la Seconde Guerre mondiale qu'entre les années 50 et aujourd'hui ; cependant cette augmentation s'explique par une expansion de la surface cultivée dans les régions reculées, ainsi que par une intensification des cultures, mettant à mal la fertilité des sols et causant une crise agricole similaire au *Dust Bowl* des États-Unis à la même époque (années 1930).

Le second régime agro-écologique évolue lentement durant la période post-guerre du système traditionnel vers une industrialisation généralisée, entraînant une expansion de l'utilisation des combustibles fossiles. Au Québec, cette période est synonyme du développement de l'industrie laitière, qui sera une réponse à la problématique de fertilité des sols, incapables de maintenir une production de

céréales trop exigeante. Cette production laitière a entraîné la nécessité d'une gestion de l'offre provinciale via la mise en marché collective, qui a été instituée dès 1956 au Québec, instaurant une politique de quotas pour le lait, les œufs de consommation, les œufs d'incubation, le poulet et le dindon (Belzile, 2003). La transition entre ce régime et le suivant se fait de façon progressive, avec une augmentation des intrants externes qui restent cependant peu fossilisés et inférieurs aux intrants internes, recyclés à même le système agricole, qui se maintiennent à de très hauts taux. Ainsi, les intrants externes de biomasse augmentent notamment pour répondre aux besoins des productions laitières, notamment grâce aux exportations de l'Ouest canadien. La production devient massive, les flux d'intrants fossiles de plus en plus importants afin de combler les besoins énergétiques de la mécanisation : on passe ainsi des charrues, herbes et moissonneuses, faucheuses et moulins à vent (Parcerisas et Dupras, 2018) à une machinerie généralisée, dont la production est également industrialisée. Le rapport Pronovost, immense bilan provincial de l'état de l'agriculture québécoise mené en 2008, rappelle que c'est durant cette période que l'Union pour les Producteurs Agricoles (UPA), seul syndicat représentant le secteur agricole, a été instituée à travers la Loi sur les producteurs agricoles (1972).

La troisième période agroécologique est la plus décalée par rapport à l'évolution historique globale. En effet, ce régime agroécologique ne commence que tardivement, entre la fin du XX^{ème} siècle et l'entrée dans le XXI^{ème} siècle, où s'installe au Québec une transition vers une agriculture totalement industrialisée, fossilisée et spécialisée dans la production porcine et avicole. Le tournant vers ce type d'élevage intensif s'accompagne de monocultures sur des surfaces immenses (on passe d'une surface moyenne de ferme de 50,6 hectares en 1951 à 113,5 hectares en 2011), ce qui signifie également une concentration drastique des terres dans les mains de gros propriétaires terriens (de 134 336 fermes en 1951 à 29 437 en 2011). Ce régime est ainsi caractérisé par un système corporatif capitalistique très organisé, et s'appuie sur des intrants importés⁴ et une production de la biomasse orientée vers l'exportation. Le rapport Pronovost (2008) a permis de mettre en lumière que la mondialisation des flux fait porter un gros poids sur les épaules des producteurs, en majorité les petites propriétés : la concurrence avec les marchés mondiaux oblige à baisser les prix et met à mal tant la rentabilité des fermes que la santé mentale de leurs propriétaires. Dans ce même rapport, il est souligné que l'urbanisation et le manque de perspectives professionnelles en agriculture rend critique la relève agricole (Pronovost, 2008). On observe dans cette période des caractéristiques similaires à celle retenues

⁴ Notamment le fourrage pour les élevages, qui n'est plus cultivé sur place, mais provient de monocultures industrielles céréalières intégrées aux échanges mondialisés, la surface des pâturages étant divisée de moitié entre 1951 et 2011.

dans l'étude de Guzmán et de Molina (2015) : une réduction drastique de la population travaillant dans le secteur agricole (de 23 % en 1871, seulement 1,3 % persistent en 2011), une baisse prononcée de la biodiversité, ainsi qu'un tournant dans le type de culture, avec 84 % d'entre elles destinées à nourrir du bétail (Parcerisas et Dupras, 2018⁵). En utilisant une méthodologie qui sera exposée plus longuement dans ce mémoire, l'EROI (Energy Return On Investment) agroécologique, Parcerisas et Dupras (2018) démontrent que le tournant vers une spécialisation de la production de bétail n'est pas efficient en termes métaboliques : « *In 2011, for every unit of energy invested in the agroecosystems, society only got 0.16* » (p.7). Au contraire, le régime commercial peu fossilisé, deuxième ici dans notre typologie, permet d'obtenir 0.36 unité d'énergie pour une (1) unité investie. Il convient de souligner que le premier régime agroécologique, de subsistance, permet de produire 1.9 unité d'énergie par unité investie, ce qui indique un très fort rendement énergétique.

On peut voir dans le tableau suivant le récapitulatif de ces données, qui soulignent clairement la baisse de rendement énergétique au fil des régimes agroécologiques.

Tableau 1.1 Évolution des EROI des régimes agroécologiques, basé sur Parcerisas et Dupras (2018)

| Régimes agroécologiques | EROI (unité d'énergie produite par unité d'énergie investie) |
|---------------------------------|--|
| Régime de subsistance | 1.9 |
| Régime commercial peu fossilisé | 0.36 |
| Régime fossile industriel | 0.16 |

Cette tendance s'applique pour l'ensemble des transitions de régimes agroécologiques dans le monde : alors que la production de biomasse a plus que triplé entre le premier et le dernier régime que nous avons étudié, cette production a nécessité un apport de flux externes d'énergie qui est passé de 7 PJ (pétajoules, soit 10^{15} J) à 421 PJ, ce qui correspond à une multiplication par 60, ne légitimant pas l'augmentation par 3 de la production et illustrant la baisse de rendement énergétique du modèle agricole actuel. Ce régime agroécologique fossile se caractérise par un métabolisme friand d'une source d'énergie bien plus abondante que celle solaire des sociétés agraires, mais non renouvelable et en quantité limitée : une source d'énergie fossile, donc par définition géologique, qui serait, d'après Krausmann et *al.* (2008) à

⁵ Cette information est d'importance car elle détermine le constat suivant : bien que le taux de biomasse réutilisée en interne reste important dans ce régime fossilisé, il ne correspond en grande partie qu'à la quantité massive de cultures fourragères réinvesties dans les élevages intensifs : l'énergie produite en termes de calories est alors nécessairement faible, à l'opposé d'une culture destinée directement à la consommation humaine.

l'origine d'une perturbation métabolique globale des flux. L'utilisation de ces énergies fossiles a entraîné une augmentation notable de la productivité agricole, mais seulement au prix d'une diminution de l'efficacité de l'utilisation sociale des ressources naturelles.

1.1.2 Quels liens entre agriculture et capitalisme ?

Nous avons observé depuis le début de notre recherche le développement croisé, depuis leurs origines, de l'agriculture moderne et du capitalisme. Le système économique capitaliste étant né dans les terres paysannes en détruisant leur système communal (Meiksins Wood, 2009), l'agriculture moderne est de fait très liée au marché mondial et est l'une des causes les plus fortes des dérèglements climatiques. Le modèle que nous connaissons aujourd'hui périlite dans de nombreuses dimensions : les sols s'épuisent, les rendements baissent malgré l'apport toujours plus important de fertilisants et de pesticides dépendants d'activités extractivistes qui contribuent à un système économique mondialisé construit sur des échanges inégaux ainsi que sur des injustices sociales et environnementales (FAO, 2021 ; Mayer et *al.*, 2015).

La création de déséquilibres multidimensionnels au croisement entre agriculture et capitalisme, qu'ils soient écologiques, économiques ou sociaux, incite fortement à voir la production agricole comme un des verrous à briser pour pallier plusieurs des crises actuelles. Ce verrou agricole dans le métabolisme mondial actuel pourrait être débloqué par des alternatives agricoles concrètes et fonctionnelles, et l'agriculture pourrait se transformer de verrou à espace d'innovations métaboliques. Les formes alternatives et traditionnelles de l'agriculture sont des propositions de rééquilibrage métabolique, où la production de biomasse à extraire pour la consommation humaine est intégrée à des pratiques agricoles qui permettent ce prélèvement sans que la circulation des cycles biogéochimiques et la santé des sols ne soient mises en danger. Cependant, ces formes alternatives nécessitent d'être étudiées de façon plus approfondie, afin de ne pas prendre le risque de réitérer des erreurs passées ou de s'engager sur de mauvaises pistes. Par ailleurs, les alternatives agricoles, comme on a pu l'apercevoir, sont très nombreuses et diverses, les pratiques devant s'adapter à chaque écosystème dans lequel elles prennent place. En tant que voie d'expérimentation en développement depuis la révolution sociétale des années 1970 dans les sociétés occidentales, les systèmes agroalimentaires alternatifs sont également au cœur d'une mode sociale, qui entraîne de nouveaux modèles s'attachant à l'imaginaire de l'alternative, mais qui reste encore à valider scientifiquement : on pense ainsi aux modèles permacoles, aux serres, à l'agriculture hors sol, au biochar, à l'initiative « 4 pour 1000 », au vermicompost, au sylvo-pastoralisme, etc.

Les systèmes alimentaires alternatifs sont également vus comme une réponse aux grandes dynamiques de privatisation et de néo-libéralisation qu'a vécue l'agriculture mondiale depuis la Révolution Verte, avec notamment l'étude des systèmes de vente directe tels que les marchés fermiers et l'agriculture soutenue par la communauté (ASC) (Wilson, 2015 ; Maxey, 2006). Cependant, tandis que le système dominant de l'agriculture y est décrypté précisément, on trouve facilement dans la littérature des systèmes alimentaire alternatifs un dualisme théorique stérile : la tendance à rejeter les alternatives de façon absolue ou à les célébrer sans aucune réserve (Wilson, 2015 ; Hinrichs, 2000). Enfin, l'étude du système alimentaire dans son ensemble, qui soit en mesure de mêler enjeux écologiques et sociaux, n'est encore que peu développée (Maxey, 2006).

1.1.2.1 Un lien historique et verrouillé entre agriculture et capitalisme

Comme nous l'avons mentionné précédemment dans la typologie des régimes agroécologiques, le régime fossile est intimement lié au système capitaliste. Le capitalisme fossile a redéfini l'agriculture sur deux plans : métabolique et socio-économique. Sur le plan métabolique, on l'a évoqué, les flux d'énergie et de matière traversant les systèmes agricoles ont été complètement transformés, tant au niveau de leur quantité (on se souvient de la multiplication par 60 des flux intrants externes entre 1871 et 2011) que de leur qualité (Parcerisas et Dupras, 2018). Ainsi, on voit apparaître des semences génétiquement modifiées, des fertilisants synthétiques et de la mécanisation lors de la Révolution Verte, engagée à travers l'ensemble des états dans une course à l'investissement et aux prêts commandités par des institutions financières internationales (FMI, OMC). Ces institutions constituent le cadre financier du capitalisme mondialisé et promeuvent la libéralisation des échanges commerciaux, la privatisation des terres communes et la marchandisation des flux de biomasse auparavant dirigés vers des pratiques de subsistance (Klein, 2014, Wilson, 2015).

L'industrialisation fossilisée de la production agricole repose ainsi sur des flux très importants, s'ancrant dans la massification des échanges de matières premières, combustibles et de force de travail à l'international, et implique la formation de stocks fossilisés très importants. En effet, les investissements financiers nécessaires à la mise en place d'une ferme industrielle (et donc de machineries, véhicules, bâtiments) cristallisent des besoins en flux fossiles constants pour maintenir la production et entraînent des besoins de rendements considérables afin de rembourser les prêts titanesques auxquels doivent se plier les producteurs. Enfin, on peut observer que les flux de biomasse sortant du processus agricole ont également été modifiés par les logiques capitalistiques : cette biomasse, allant en majorité vers la subsistance des populations paysannes et en minorité vers les seigneurs protecteurs en tant que

redevances, est devenue une marchandise nécessairement produite en surplus afin de monnayer l'accès aux moyens de production, à travers l'émergence du capitalisme agraire et la privatisation des terres par les grands propriétaires terriens (Foster, 2000 ; Wood, 2009). Depuis la Révolution Verte, on peut voir une globalisation de l'orientation des flux de biomasse vers l'exportation, entraînant une spécialisation dans des monocultures à haut rendement, ainsi que vers des cultures destinées au bétail des élevages industriels ou encore des cultures destinées à la production de bioénergie.

La redéfinition socio-économique de l'agriculture par le capitalisme fossile rejoint la notion d'accès aux moyens de production évoquée au dernier paragraphe. D'un moyen de subsistance collectif, l'agriculture a été scindée en deux par la privatisation des droits de propriété dès l'aube du capitalisme : entre les propriétaires, dont le but est de tirer une valeur ajoutée de leurs terres et des travailleurs qui les cultivent, et les agriculteurs-salariés, qui vendent leur force de travail afin d'avoir accès à une reproduction sociale marchandisée (Foster, 2000). Par ailleurs, dès le XIX^{ème} siècle, le capitalisme occidental a fait de l'agriculture coloniale une condition nécessaire au développement des sociétés industrielles : les matières premières (coton, tabac, canne à sucre, café au début, céréales désormais) importées pour être transformées en marchandises à valeur ajoutée ont permis de gérer l'industrialisation ainsi que l'urbanisation des populations occidentales (Ferdinand, 2019). Dans la période actuelle, les flux de biomasse sont cotés en bourse, permettant de financer l'économie néolibérale, et ancrés dans des systèmes agro-industriels macro-économiques monopolistiques, qui contrôlent l'ensemble des étapes de la production agricole (brevets, semences, engrais et fertilisants, machinerie, distribution) (Klein, 2014).

L'agriculture est au centre de l'articulation forte entre capitalisme fossile et impératif de croissance : malgré les enjeux de surproduction qui s'illustrent par le gaspillage d'un tiers de la production agricole mondiale (FAO, 2021), les injonctions à l'augmentation de la production et à une rentabilité exacerbée promeuvent toujours des investissements dans des moyens de production plus performants. On pense ainsi à l'agriculture de pointe ou aux technologies de précision censées démultiplier les rendements agricoles (Lajoie-O'Malley et al., 2020). Schnaiberg (1980) propose une explication de cette logique de croissance productive en mettant en lumière les stratégies de compensation de la dévalorisation du capital fixe (malgré tout plus rentable que le capital humain), c'est-à-dire des stocks accumulés, via une production massifiée, déconnectée des besoins de consommation et entraînant une surconsommation des ressources. Cette surproduction sera systématiquement compensée grâce à des tactiques d'absorption du surplus, notamment via l'expansion géographique (*spatial fix*) chère à David Harvey, inhérente au capitalisme et à sa crise de suraccumulation (Ekers et Prudham, 2017). On peut appliquer

cette théorisation aux flux de biomasse mais également à ceux des combustibles fossiles et des fertilisants synthétiques nécessaires à la production agricole actuelle, dont les processus d'extraction et de fabrication sont ancrés dans les mêmes schémas de massification du capital fixe, entraînant également des stratégies d'absorption des surplus (notamment grâce à la généralisation de leur utilisation, condition fixée par les instances financières internationales mentionnées précédemment).

Ce régime capitaliste fossile correspond à tous les éléments d'un verrou métabolique défini par les investissements (verrouillage de flux autant financiers que matériels et énergétiques), qui se produit aux quatre moments du processus économique (Pineault, 2021) : extraction, production, consommation et dissipation du flux métabolique. Les investissements dans des stocks spécifiques (ici, machinerie multiple, véhicules, bâtiments) orientent les besoins futurs en matières et en énergie, et puisque ces stocks ont une durée de vie et nécessitent une rentabilisation des investissements qui les ont rendus possibles, les flux métaboliques sont verrouillés à travers eux dans la logique de production de masse de marchandises et de (sur)consommation décrite plus haut. Les verrous sont enfin autant matériels que symboliques, influençant les pratiques, les institutions tout autant que ces fameux flux. L'agriculture mondiale est ainsi profondément enracinée dans un système d'échange écologique et économique inégal (Hornborg, 1998), dans lequel la production se fait aux dépens des populations locales et des écosystèmes, au profit de grandes multinationales monopolistiques, entraînant de nombreuses luttes socio-écologiques paysannes dans l'ensemble du monde. Ces luttes promeuvent également d'autres modèles agroécologiques alternatifs, qui tentent ainsi de rompre avec l'imaginaire capitaliste de la croissance, afin de sortir de ce régime fossile en déverrouillant les possibles métaboliques.

1.1.2.2 Agroécologie : une alternative théorique et pratique

Les formes agricoles alternatives sont définies par leurs pratiques spécifiques, mais ne relèvent pas d'une théorie globalisatrice d'une agriculture alternative au système agro-technologique dominant. L'agroécologie, elle, remplit ce rôle et est depuis les années 2010 promue par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), qui définit l'agroécologie comme "*une approche holistique et intégrée qui applique simultanément des concepts et des principes écologiques et sociaux à la conception et à la gestion de systèmes agricoles et alimentaires durables* (FAO, 2018, p.1). Ce soutien pour le développement de l'agroécologie est partagé par diverses institutions, par exemple l'International Panel of Experts on Sustainable Food Systems (IPES Food), qui insiste sur la nécessité de faire une transition vers des systèmes agroécologiques (IPES Food (2016), cité dans Stevenson, 2017).

L'agroécologie regroupe de nombreux facteurs, tant écologiques que sociaux, dans sa définition d'un système agroalimentaire juste et soutenable. La FAO a, depuis 2018, défini 10 éléments de l'agroécologie afin d'uniformiser les objectifs et les pratiques au niveau mondial : diversité; synergies; efficience; résilience; recyclage; co-création et partage de connaissances, valeurs humaines et sociales; culture et traditions alimentaires, économie circulaire et solidaire; gouvernance responsable (FAO, 2018). Miguel Altieri est l'un des pionniers de la théorisation académique de l'agroécologie et définit les formes agricoles correspondantes comme « *ecological, biodiverse, local, sustainable, and socially just* » (Altieri, 2009, p.2). Altieri catégorise les types d'agriculture selon deux axes : la diversité agroécosystémique et la productivité. Il montre de cette manière que pour avoir une haute efficience, il est nécessaire d'avoir à la fois une forte productivité et une forte diversité, car cette dernière, au sein d'un système intégré, va réduire les besoins d'intrants externes grâce à de hauts taux de recyclage internes. De fait, les monocultures industrielles qui ont un haut taux de productivité ne sont pas pour autant efficaces, alors que les systèmes agroécologiques qui intègrent de multiples systèmes agricoles (polyculture, rotation de cultures végétales et pâturages) deviennent les modes de production les plus efficaces (Altieri *et al.*, 2012), augmentant leurs rendements à l'hectare de façon significative par rapport à l'agriculture mécanisée et industrielle (Altieri, 2009).

Selon l'auteur, cinq critères sont généralement présents pour s'inscrire dans l'efficience des systèmes agroécologiques : de hauts taux de biodiversité, qui vont notamment être porteurs de régulation de l'écosystème ; un système de gestion et de conservation des ressources telles que le sol, les paysages et l'eau ; une production diversifiée qui contribue à la souveraineté alimentaire de la région ; une capacité de résilience et d'adaptation face aux changements et aléas, notamment climatiques ; un intérêt envers les savoirs traditionnels et ancrés et une volonté de transmission ; un système de valeurs socio-culturelles porté vers le partage et le commun (Altieri *et al.*, 2012).

De ces interrelations vient l'apport multiple de l'agroécologie, supposée en effet améliorer l'écosystème, mais également les conditions de vie des populations qui font partie de l'agroécosystème. Gomiero (2013) explique ainsi qu'on peut analyser les impacts des pratiques agroécologiques d'un point de vue écologique, biophysique mais également socio-économique, sur différents niveaux (la ferme, la communauté rurale, la région, etc.). Si l'on replace ces informations dans le contexte actuel d'une agriculture capitaliste mondialisée, industrialisée et à fort impact négatif sur de nombreuses parties de la population mondiale, il semble important de faire des liens entre les pratiques agricoles durables et les formes économiques alternatives au capitalisme pour observer finement les agroécosystèmes d'un point de vue socio-économique. Les pratiques agricoles dites « alternatives » ou « traditionnelles » ont une

dimension socio-économique forte. Altieri *et al.* (1987) montrent que l'agriculture paysanne, sur laquelle l'agroécologie se base sur de nombreux points, avec une diversité culturelle et une intégration de zones naturelles dans les terres cultivées, a un rôle primordial dans l'économie rurale.

Les agroécosystèmes paysans, en se plaçant en continuum entre les unités agricoles et les écosystèmes naturels, permettent des revenus parallèles à la production classique grâce à la cueillette sauvage par exemple, mais surtout créent une sécurité alimentaire grâce à la préservation d'espaces sauvages dans l'agroécosystème : la nature devient une ressource pour les populations rurales lors de crises économiques, une clé importante pour la sécurité alimentaire (Chaifetz et Jagger, 2014). L'imbrication du sauvage et du cultivé est importante pour une préservation de l'écologie locale, elle permet également aux populations de profiter de nombreux services écosystémiques en augmentant la résilience des cultures, en créant des stratégies de souveraineté alimentaire et en permettant un développement rural conscient de l'importance de la conservation de la biodiversité et des savoirs traditionnels qui en découlent (Altieri *et al.*, 1987). Ce type d'agriculture échappe aux logiques de rentabilité, avec des pratiques de gestion plus nuancées des « mauvaises herbes » ou bien la non-exploitation de toutes les surfaces disponibles. Thompson et Coskuner-Balli (2007), quant à eux, définissent les systèmes de circuits courts à travers l'ASC (qui s'intègrent à l'agroécologie) comme proposant un paradigme alternatif à l'habituelle "vente-achat" grâce au don de surplus de légumes, à l'échange de portions. Ces pratiques se placent en opposition aux forces capitalistes des marchés agricoles internationaux et se construisent comme des formidables systèmes alternatifs, tant écologiques que socio-économiques.

Qu'il s'agisse des aspects écologiques ou socio-économiques, l'agroécologie pourrait donc être vue comme un point de départ pour un régime agroécologique alternatif, et portée comme solution face au verrou qu'est l'agriculture capitaliste et linéarisée. Nous l'avons vu, un consensus international défend ces pratiques comme une réponse aux enjeux agricoles et climatiques, biologiques et économiques qui y sont affiliés, une réponse qui serait applicable à l'échelle de la planète, qui pourrait contrer de façon univoque les conséquences délétères du régime capitalistique agro-industriel. C'est avec cette conviction, soutenue tant par la vision internationale onusienne que par les affirmations militantes qui promeuvent les modèles agroécologiques, que j'ai décidé d'entrer en interaction avec le terrain, en prenant part aux systèmes agro-alternatifs avec la création de ma propre ferme coopérative, en maraîchage biologique.

1.2 Mise en pratique, mise en question

1.2.1 La ferme coopérative comme alternative : une expérience participative

Lorsqu'en octobre 2019, alors nouvellement étudiante en première année à la maîtrise en sciences de l'environnement de l'UQAM, je rencontrais mes futurs partenaires de ferme autour de la table du propriétaire du terrain que nous allions louer durant trois ans, je n'étais aucunement capable de réaliser l'ampleur du travail que représentait l'entretien d'une ferme maraîchère biologique. Après deux saisons dans un jardin collectif lanauchois, j'avais un vague aperçu des méthodes de semis et de plantation des différentes variétés de légumes adaptés au climat québécois. Cependant, cette expérience était ancrée dans un format de bénévolat collectif d'agriculture urbaine qui, bien que devant répondre à ses propres enjeux (engagement bénévole, répartition de la charge de travail et des produits du travail gratuit, sensibilisation auprès des citoyens, dégradations du terrain, divergence des attentes et des imaginaires liés au jardin collectif (Smith et Jehlička, 2013)), ne correspondait absolument pas aux mêmes exigences de responsabilité, de productivité et de rentabilité qu'une entreprise agricole commerciale.

1.2.1.1 Description du modèle agricole et de mon expérience de la Coop Les Hautes Herbes

L'entreprise a été formellement créée lors de son assemblée générale constituante en coopérative de travail le 1^{er} avril 2020, grâce au soutien de la Coopérative de Développement régional du Québec (CDRQ). Mes trois collègues et moi-même travaillions depuis décembre 2019 à la conception d'un plan de production, d'une planification stratégique, à la rédaction de diverses demandes de subvention, ainsi qu'à la création de supports visuels pour promouvoir les légumes prévus pour l'été. Grâce à une location sur 1,8 hectare situé à la limite de Repentigny (Lanaudière), nous avons planifié la plantation de 23 jardins, composés chacun de 8 à 10 planches permanentes, sensés nous permettre de fournir des paniers biologiques d'une valeur moyenne de 26 \$ à 180 familles, ce qui correspondait à une quantité de 1620 portions hebdomadaires équivalentes à 3 \$ chacune, et ce, durant 18 semaines. La quantité de paniers hebdomadaires a augmenté de 30 % pour atteindre 250 en 2021, puis a légèrement diminué (en parallèle à la baisse d'enthousiasme pour les paniers biologiques à la fin de la pandémie) à 220 en 2022. La durée des livraisons de paniers a augmenté de 18 à 20, puis 22 semaines. Notre volonté était d'offrir un maximum de flexibilité, tout en assurant un soutien financier à notre production pour l'ensemble de la saison : l'abonnement correspondait à un approvisionnement pour la totalité des semaines, bien que les partenaires aient la possibilité de prendre une à deux semaines de vacances, ainsi qu'une totale liberté de déplacer leurs paniers au fil de la saison. De plus, trois modèles de paniers étaient offerts selon

les besoins : un petit panier hebdomadaire à 7 portions, un gros panier hebdomadaire à 11, et cette même option aux deux semaines. Enfin, dès la deuxième année, nous avons offert une liberté totale sur le choix des portions (équivalentes en prix) de chaque client et cliente. À la troisième saison, nous avons ouvert huit jardins supplémentaires et augmenté la superficie cultivée à 2.5 hectares, ce qui a amené un changement de type de sol : les premiers jardins cultivés se trouvaient dans une zone de limon sableux, cultivée dans des conditions similaires aux nôtres par le propriétaire durant les dix années précédentes, alors que les nouvelles parcelles étaient positionnées dans un sol très argileux et compacté par des années de culture mécanisée. Enfin, de quatre salariés-membres et un employé à temps partiel durant la première année d'opération, la coopérative a augmenté de volume de force de travail jusqu'à gérer une équipe de trois salariés-membres et six employés à temps partiel, afin de réduire le temps de travail hebdomadaire des travailleurs-membres (et donc co-gestionnaires) à 40 heures par semaine (en comparaison aux 60 heures par semaine la première année, et 50 heures hebdomadaires lors de la seconde saison). La coopérative a cessé ses activités en décembre 2022, à la suite des départs consécutifs de deux des quatre membres fondateurs, puis de l'impossibilité de trouver un accord d'achat du terrain avec le propriétaire, condition nécessaire pour la co-propriétaire souhaitant maintenir le projet à long terme.

1.2.1.2 Approche méthodologique : observation participante ou participation observante ?

De retour du terrain, le bagage est ainsi étrangement léger ; la personne qui rentre chez elle l'est moins. Elle rapporte avec elle une constellation de détails et de fragments d'expériences désormais invisibles, lentement glanés et éprouvés tant bien que mal pour être consignés dans des carnets de terrain élimés et fatigués, mais plus précieux à ses yeux que tout ce qu'elle a jamais possédé. À l'intérieur de ces pages jalousement gardées existent des données composites, mêlant des moments d'objectivité au moins fantasmée, des impressions colorées, des intuitions éparses, des émotions irrépressibles, des considérations frôlant le jugement, des histoires opaques consciencieusement reportées sur le papier qui lui résisteront des années durant. Les résonances et les liens tissés entre ces éléments divers formeront plus tard une seule et unique histoire, fermement arrimée à cette personne mais désormais transportable. L'élan profond qui anime l'écriture pour un ethnologue de retour chez lui devient très rapidement limpide : il faut à tout prix détacher l'histoire de ce corps qui la transporte, non seulement pour le libérer, mais aussi pour donner l'occasion à la chose qui émerge du travail d'accouchement – le livre – de devenir son propre être et/ou son propre objet, c'est-à-dire lui permettre d'exister et de dialoguer avec l'extérieur [...]. Ce livre dans vos mains signe l'achèvement du deuil de cette rupture. (Martin, 2016, p.14)

Ce long extrait permet de décrire, avec les mots utilisés par l'anthropologue Nastassja Martin (2016) dans sa thèse, la nécessaire mise à distance suivant l'expérience d'un terrain de recherche. Bien que la présente recherche ne porte pas en son centre l'étude de mon entreprise agricole, l'expérience vécue au

sein de cette dernière durant trois années est au cœur des réflexions qui m'ont amenée à rédiger ce mémoire. Puisque des exemples de mon expérience maraîchère vont être utilisés pour illustrer le processus analytique que je tente de construire dans le présent texte, il semble important de poser des notions méthodologiques sur mon rapport en tant que partie prenante et chercheuse. Cette approche se retrouve d'ailleurs dans la prochaine partie, qui développe l'expérience sensible vécue des obstacles métaboliques à la réalisation de l'idéal agricole comme solution que nous avons décrit plus haut. L'approche méthodologique de l'autoethnographie utilisée est ainsi basée sur les pratiques, et permet de mettre en place un processus réflexif autour des expériences, des émotions et des interactions (King, 2017), dans un équilibre entre « *auto (self), ethnos (culture), and graphy (research process)* » (King, 2017, p.3). Nous proposons une ethnographie analytique et non seulement descriptive en alliant les perceptions de l'expérience à des apports théoriques, ce qui permet une prise de distance et évite un manque de perspective critique, un récit narcissique ou un réalisme naïf relevant de la biographie (King, 2017).

Or, puisqu'il ne s'agit pas seulement de notre propre expérience, mais également celle des autres membres de la coopérative, de leurs représentations, de leurs pratiques, il n'est pas seulement question d'autoethnographie. Pour cette raison, nous nous approchons davantage d'une forme de participation observante plutôt que d'une observation participante, pour plusieurs des raisons énoncées par Soulé (2007), dont le titre de cette partie est inspiré : la primauté des interactions dans le terrain sur l'observation objective ; l'immersion dans un univers complètement autre avec un engagement du corps, des sensations et, enfin ; « *le quotidien de participant [qui] prend parfois le dessus, empêchant alors de se comporter comme un "vrai chercheur", disposant de temps pour noter des informations, discuter, et prendre du recul vis-à-vis de son objet* » (Soulé, 2007, p.9).

Il semble important d'assumer la part de subjectivité inhérente à l'investissement d'une expérience vécue dans un processus réflexif, et de ne pas tenter de correspondre aux critères fictifs d'une objectivité pure et rationnelle. Je souhaite donc me positionner comme chercheuse dont la recherche a eu pour base un engagement militant et une implication émotionnelle : c'est par mon expérience de terrain que j'ai pu observer l'éloignement entre l'image romantique et porteuse d'une solution atteignable, soutenue par la littérature militante (que l'on retrouve dans la sphère universitaire), et la réalité d'une pratique agricole souhaitant aller à l'encontre des dynamiques capitalistes et pourtant profondément ancrée en elles. Ainsi, la transcription et l'analyse de ce vécu agricole sont l'assise empirique et subjective de mon parcours théorique.

C'est à travers ce positionnement épistémologique que je propose de parcourir dans les prochaines pages l'expérience matérielle d'une activité maraîchère vue comme alternative, mais confrontée aux défis du régime fossile capitaliste. Je reprendrai cette position d'observation participante et autoethnographique lorsque j'utiliserai des exemples de ma ferme dans la suite de ce travail de recherche.

1.2.2 Une expérimentation terrain des déséquilibres métaboliques

Étant la seule des membres de la coopérative n'ayant pas d'expérience agricole, j'ai littéralement appris sur le terrain de la ferme, chaque jour, une quantité colossale d'informations : la forme et la taille des semences, les caractéristiques de chaque variété, les calculs nécessaires à la planification de la saison, les besoins d'arrosage et de fertilisation de plus de 40 légumes différents, les étapes de chaque culture, les délais de désherbage et les méthodes correspondantes à chaque niveau d'enherbement, la coordination des récoltes et la répartition des quantités selon les points de chute, les détails visuels correspondant aux indices de maladie, carence, virus ou encore de maturation.

Avec une moyenne de 55 heures de travail hebdomadaire, le rythme d'apprentissage ne pouvait mener qu'à l'épuisement physique et moral. L'intensité du travail était en partie due à nos diverses incompétences (gestion d'entreprise, organisation collective, communication efficace), mais également à notre enthousiasme pour que ce projet entrepreneurial (quelque peu fou, puisque lancé en quelques mois durant la pandémie) acquière une réelle pérennité.

Nous avons alors de grandes ambitions pour le futur : intégration des principes permacoles, expérimentations pour s'orienter vers les pratiques de sols vivants, volonté d'habiter collectivement sur la terre agricole, plantation d'une forêt nourricière, projections salariales enthousiasmantes, coordination de nombreux autres projets complémentaires tels que la transformation, l'élevage diversifié, la restauration, l'agroforesterie, la culture d'herbes médicinales... La saison estivale a rapidement modifié les priorités de la coopérative : de la vision long terme qui nous faisait vibrer, nous sommes passés aux impératifs à très court terme.

Ces derniers étaient pour la plupart de trois ordres : (1) économique, avec l'inquiétude de pouvoir amasser assez de revenus pour payer les salaires non subventionnés, les achats quotidiens nécessaires et envisager les investissements qui nous apparaissaient inévitables ; (2) agronomique, avec le souci de la bonne gestion de chacune des nombreuses cultures nécessaires au maraîchage diversifié, souci qui augmente à chaque étape du processus agricole, intrinsèquement lié aux aléas climatiques et météorologiques ; et enfin, (3) organisationnel, avec l'urgence de mettre en place des processus de

décision, de communication et de répartition des tâches équitables, efficaces et cohérents. Par ailleurs, le quotidien maraîcher, bien qu'il se distingue de celui du mono-agriculteur motorisé, ne correspond pas nécessairement à l'image d'Épinal d'un retour à la terre et d'une reconnexion à la nature. Sur 55 heures hebdomadaires, 10 étaient dédiées aux tâches administratives et réunions, 15 à la préparation puis la livraison à domicile et aux points de chute des légumes, 10 à la gestion et à la maintenance des cultures abritées (serre) et 20 seulement aux travaux dans les champs à proprement parler (dont une partie était néanmoins dédiée à la gestion des bénévoles que nous avons eu la chance d'accueillir), du moins dans mon cas.

1.2.2.1 Les idéaux en pratique : pelleter du compost pendant des heures

Les différences entre imaginaires et réalités ont été transcrites dans le tableau suivant, afin de mettre en lumière les associations entre représentations et projections, ainsi qu'entre pratiques et réalités. Les représentations correspondent aux imaginaires sociétaux, alternatifs, de la transition socio-écologique, que j'ai rencontrés tant dans la littérature militante que dans nos discussions entre membres de la coopérative, ou encore à travers notre socialisation dans les groupes de maraîchers biologiques québécois. Les projections qui y sont associées correspondent aux actions conçues comme nécessaires pour la réalisation de ces représentations. Les pratiques réelles correspondent aux usages, basés sur les décisions prises face aux réalités (ou verrous) agricoles actuelles dans notre coopérative. La réalité n'étant jamais binaire, il ne s'agit pas ici de démontrer qu'aucun des objectifs basés sur des visions sociales et écologiques de l'agriculture n'a pu être mis en place aux Hautes Herbes : au contraire, les tentatives et compromis ont été ajoutés afin d'apporter de la nuance à nos constats.

Tableau 1.2 Entre représentations et réalités, les pratiques agricoles des Hautes Herbes

| Représentations | Projections | Pratiques majoritaires | Réalités/Verrous | Tentatives/Compromis |
|-----------------------------|---|---|--|--|
| <i>Dimension écologique</i> | | | | |
| Principes permacoles | Ajout de biodiversité | Ø de plantation de vivaces, car terrain en location Ø association de plantes | Location car Ø capacités financières pour un achat Objectifs de rentabilité | Poules sur le terrain, intégration aux pratiques de désherbage et fertilisation |
| Sols vivants | Non-travail du sol et couverts végétaux | Travail du sol avec herse rotative et désherbage intensif Sol sableux nu, perte de matière organique | Objectifs de rentabilité Verrou matériel (BCS déjà disponible) | Effort de couverture du sol par géotextile, bâches d'occultation, engrais verts et feuilles mortes |

| | | | | |
|----------------------------------|--|---|--|---|
| Sortie des énergies fossiles | Ø motorisation, Ø mécanisation | Utilisation de machineries « légères » pour préparation des planches et fertilisation (pour plus de détails, voir ci-après) | Rapport temps/efficacité Verrou matériel (BCS et tracteur déjà disponibles) Besoin d'alléger la charge physique | Réduction au maximum de l'utilisation de la machinerie (2 passages par planche par an maximum) Mix avec outils manuels |
| Agriculture propre | Ø plastique | Arrachage des plastiques du propriétaire Puis achat et usage de multiples accessoires plastiques | Pas d'autres matériaux accessibles, fonctionnels | Recherche des bâches les plus solides et les plus durables (géotextile au lieu de plastiques fins, par exemple) |
| Autonomie agricole | Auto-production d'intrants (compost) | Compost accumulé mais jamais géré, donc jamais utilisé | Nécessité de main d'œuvre pour gestion d'un compost efficace Accessibilité à un compost provenant (et donc détruisant) des tourbières, le seul accessible financièrement | Prise de contact avec propriétaire de chevaux pour apport de fumier local, mais jamais de réponse |
| Résistance paysanne | Semences locales, indigènes, ancestrales | Achat en majorité de semences F1 américaines ou canadiennes, grosses compagnies semencières | Accessibilité financière et manque de fiabilité en termes de productivité, trop grand risque | Une partie des semences en essais chez des semenciers locaux et artisanaux à chaque année, essais de variétés ancestrales |
| <i>Dimension sociale</i> | | | | |
| Retour à la terre | Vie (collective) sur la ferme | Allers-retours en automobiles individuelles entre Montréal et la ferme | Confort urbain et individuel Ø capacités bancaires pour l'achat ou construction d'un bâtiment de vie | Covoiturages réguliers Installation de lieux de vie légers et mobiles sur le terrain |
| Réappropriation des savoir-faire | Diversification des activités | Ø autre activité commerciale que le maraîchage | Incompatible avec modèle économique, besoin de rentabilité avant de diversifier Chaque projet doit être rentable (impératif financier) | Partenariat avec d'autres projets (pain, fleurs) pour compléter l'offre |
| Pratiques de subsistance | Auto-production des moyens de reproduction | Rationalisation des portions dédiées aux travailleurs, auto-suffisance seulement pour légumes (pour plus | Impossibilité de sortir de la position de salariés consommateurs, même en étant des producteurs | Priorisation de nos portions (toujours légumes frais disponibles), possibilité d'en prendre à tout |

| | | | | |
|----------------------|---|--|--|--|
| | | de détails, voir ci-après) | | moment Expérimentations (blé, fleurs, champignons) |
| Sécurité alimentaire | Accessibilité aux produits bio, locaux pour toute la population | Prix basés sur les moyennes du réseau agricole bio | Combat pour la reconnaissance du prix juste des légumes bios Précarité salariale des travailleurs | Fractionnement des paiements au besoin Dons de légumes fréquents Dons des invendus à organisme de sécurité alimentaire |

Nous souhaitons nous attarder rapidement sur deux points de ce panorama de la confrontation entre projections d'imaginaires radicaux et pratiques réelles : les enjeux liés à la mécanisation de nos pratiques et la tension inhérente à la position de producteur-consommateur.

Les pratiques associées à la faible ou non-mécanisation correspondent à différentes étapes de cultures (préparation du sol, fertilisation, désherbage) et sont fondées sur des arguments rationnels : la non-utilisation d'un tracteur permet l'intensification des plantations sur un même espace, l'utilisation d'outils manuels réduit les coûts d'opération de la machinerie et le travail superficiel du sol (avec notamment la grelinette, outil caractéristique de ce type d'agriculture) le maintient en bonne santé. Sur ce modèle et dans la continuité de nos projections d'idéaux, nous avons, durant la première saison agricole, fertilisé les champs avec du compost selon le processus suivant : un camion amène une tote de compost, deux travailleurs transvasent à l'aide de pelles ce compost dans le contenant arrière d'un quatre-roues, puis une fois stationné près du champ, les travailleurs remplissent des chaudières qu'ils vident deux par deux sur chaque planche. Cette méthode a nécessité la force de travail de deux personnes durant une journée (10 heures) par semaine, d'avril à juin, soit minimalement 240 heures (soit 3 420 \$ de salaire brut, au salaire horaire minimum de 2020, soit 14,25 \$) afin de fertiliser une fois l'ensemble des champs cultivés durant l'année 2020. De plus, le camion de livraison et le transport du compost du tas aux champs par le quatre-roues étaient les deux facteurs principaux d'utilisation d'énergies fossiles. Face à la quantité trop importante de temps passé sur cette tâche, et l'effort physique démesuré qui en résultait, nous avons pris la décision de mécaniser en partie cette tâche.

Ainsi, la seconde saison, l'achat d'un épandeur à compost rattachable à l'arrière du motoculteur (BCS) d'un montant de 3 000 \$ (mais subventionné à 90 %) a complètement transformé cette pratique : une seule personne remplissait (encore) à la main l'épandeur de compost, toujours livré par camion, puis dirigeait le motoculteur vers les champs concernés et passait une à deux fois sur chaque planche, selon les besoins de fertilisation (calculés en fonction du type de sol et de la culture prévue). Cette méthode

nécessitait cette fois la force de travail d'un travailleur durant une demi-journée (5 heures) par semaine, d'avril à juin, soit 60 heures (soit 855 \$ de salaire brut) afin de fertiliser une superficie 30 % supérieure à la première année. De plus, seul le passage d'une à deux fois sur les planches (soit 300 à 600 mètres par jardin, ce qui au total correspond à une distance parcourue de 6,9 km à 13,8km) du motoculteur s'est ajouté à l'utilisation déjà existante d'énergies fossiles (camion de livraison et transport entre le tas de compost et les champs). Il est aisé d'observer dans cette comparaison l'intérêt d'une légère mécanisation, qu'il s'agisse d'impératifs de temps et de rentabilité de chaque tâche en agriculture, mais également en termes de santé physique, le pelletage de telles quantités de compost étant exigeant pour les muscles des épaules et du dos. Cet exemple permet d'illustrer les choix et compromis constants à faire en agriculture : préserver sa santé physique pour pouvoir maintenir l'activité agricole durant plusieurs décennies ou réduire au maximum l'utilisation, même superficielle, d'énergies fossiles ?

Pour terminer cette partie, il semble important de revenir sur l'identité de producteur : dans les projections imaginaires, être producteur correspond à la récupération de ses moyens de subsistance, à une ré-autonomisation, du moins à un moyen de sortir de la position de consommateur qui est celle de tout citoyen occidental (Wilson, 2015). Et bien que la qualité et la quantité de légumes et petits fruits durant la saison agricole créent la sensation d'être le producteur de sa propre subsistance, il reste néanmoins que cette production est extrêmement partielle et ne correspond qu'à un faible pourcentage des besoins caloriques humains. Être maraîcher n'entraîne pas une auto-suffisance : au contraire, face aux interminables semaines de travail, il est d'autant plus difficile de trouver la détermination de maintenir des activités de subsistance telles que la transformation, le cannage, etc. Le producteur reste donc un consommateur, qui plus est dans une coopérative de travail, modèle qui, bien que très riche démocratiquement et nécessaire politiquement (nous l'étudions dans la prochaine sous-partie), maintient les travailleurs dans un rapport salarial au travail, où la force de travail est échangée contre des montants nécessaires au paiement des moyens de subsistance (loyer, épicerie, essence, etc.). L'ironie la plus cruelle provient de la réalité précaire des agriculteurs : alors qu'ils produisent des biens de consommation de première nécessité, ils sont maintenus dans une dépendance à la consommation, avec une rémunération plus faible (et jamais assurée) que les autres consommateurs : Wilson (2015) rappelle ainsi que les revenus des agriculteurs en 2011 sont proportionnellement plus faibles que ceux qui étaient versés durant la grande Dépression des années 1930. Nous avons par exemple décidé, au sein de la coopérative, de ne nous rémunérer que pour 40 heures de travail par semaine durant huit mois par année, peu importe le nombre d'heures travaillées qui oscillait souvent entre 40 ou 60 pendant onze mois par année, avec l'objectif évident de ne travailler que les heures rémunérées au fil des années,

dans la volonté de pérenniser financièrement l'entreprise, au détriment de notre santé financière personnelle : notre salaire annuel se positionnait en dessous du seuil de pauvreté défini par l'Institut de recherche et d'informations socio-économiques (IRIS) du Québec (Couturier et Labrie, 2020).

1.2.2.2 Le collectif en question et les stratégies face au système capitaliste

La forme juridique de coopérative de travail est parfois placée comme exemple de modèle économique anticapitaliste (Asara, 2015) : basée sur des principes de décision démocratique (un membre correspond à une voix, peu importe sa participation financière), de partage collectif des revenus et de réappropriation du pouvoir par les travailleurs, la coopérative fait en effet partie du grand secteur de l'économie sociale, qui est tantôt vue comme une béquille du capitalisme, tantôt considérée comme une forme alternative à portée révolutionnaire. En tant que membres-travailleurs d'une coopérative, nous souhaitons fonctionner d'une manière qui corresponde à notre volonté d'horizontalité en partageant la responsabilité au maximum. Nous avons donc séparé également l'ensemble des charges de la ferme, qu'il s'agisse des tâches agricoles et administratives, des prises de décisions ou encore des capacités de remboursement de nos prêts bancaires. L'horizontalité décisionnelle nous a amenés à co-diriger l'entreprise agricole de la manière la plus collective possible. De plus, nous avons cherché à atteindre l'équité financière en comptabilisant les heures rémunérées et celles effectuées bénévolement par chacun d'entre nous, afin de nous rémunérer également en parts privilégiées (symboliques tant que les capacités financières ne sont pas capables de les dégager de l'exercice financier) de façon proportionnelle aux efforts placés dans l'entreprise, en termes de temps. Le choix d'une coopérative de travail correspondait à une envie d'autodétermination, et elle a éclipsé la possibilité d'impliquer d'autres parties prenantes (consommateurs, partenaires institutionnels, fournisseurs) dans les décisions. L'entrée dans la coopérative de nouveaux membres (comme le suppose le modèle de coopérative de travail, qui tend à amener au membrariat une partie majoritaire des travailleurs) était d'ailleurs un sujet d'hésitations et d'inquiétudes quant à la perte de notre autonomie.

Cette horizontalité décisionnelle s'est structurée au fil des ans, avec une spécialisation des différentes tâches de chacun des membres. Cependant, la mise en commun des visions, objectifs et stratégies (en raison du fait que nous étions les uns pour les autres de quasi-inconnus au début de ce projet agricole) prenait une grande partie de notre temps de travail. On peut l'observer dans la présentation des visions et missions de l'entreprise dans notre plan d'affaire, les termes sont volontairement très généraux, et l'identité de l'entreprise demeure vague (voir Annexe A). Cette généralisation nous a permis de nous mettre d'accord très rapidement sur des points de convergence dans nos idéaux et dans nos pratiques,

en mettant de côté les aspects divergents : pour le collectif, l'urgence était de trouver du financement et de faciliter la création juridique de l'entreprise afin de pouvoir débiter les abonnements au printemps 2020. Monter de toutes pièces un projet entrepreneurial en six mois lorsqu'on est quatre inconnus entraîne nécessairement des compromis et des invisibilisations. Beaucoup de temps et d'énergie ont ensuite été déployés afin de maintenir une vision commune, de s'ajuster autour d'objectifs rassembleurs et de débattre autour de nos différences. Ces moments ont été très chronophages lors de la première saison, mais très riches en discussions et en apprentissages relationnels. Un gros effort d'organisation logistique a permis dès la seconde année de réduire la durée des réunions, de faciliter les transferts d'information et de responsabiliser les membres sur leurs priorités. Cette amélioration organisationnelle s'est cependant accompagnée d'une baisse de la communication au niveau stratégique, et l'équipe s'est accordée, à la fin des deux dernières saisons, sur l'impression d'un dialogue interrompu.

Nous avons pourtant, dès la première année, mis en place des conseils d'administration mensuels, ainsi qu'une retraite stratégique de plusieurs jours à la fin des livraisons de paniers (novembre), afin de maintenir un suivi autour des grandes étapes de l'entreprise. Au cours de la deuxième de ces retraites stratégiques, la décision de rédiger une planification stratégique a été prise afin de construire des projections financières et de développement pour les prochaines années. Cette décision a cependant été suivie de l'annonce du départ d'un des membres, ce qui a fragilisé le collectif. Le travail de planification stratégique a néanmoins débuté au printemps 2022, avec un processus de priorisation d'actions à mettre en œuvre à partir de visions stratégiques. Deux évolutions contradictoires ont été mises en lumière à travers ce processus : 1) la volonté de mécaniser et de changer d'échelle de production dans une visée d'amélioration de la rentabilité financière de l'entreprise, 2) la volonté de diversifier les activités de la coopérative afin d'augmenter son implication sociale dans le territoire et ses performances environnementales. Ces deux trajectoires s'appuient sur des imaginaires, des visions opposées : l'une souhaite se rapprocher de modèles plus traditionnels, avec l'usage de machines, une production centrée sur quelques produits et un lien plus distant avec les consommateurs pour se concentrer sur l'étape de la production, alors que l'autre souhaite s'orienter davantage vers des modèles de subsistance, avec une diversification de l'offre agricole, mais également sociale, en ouvrant les activités à d'autres enjeux que celui de la production. Ces différends, qui semblaient à première vue purement méthodologiques, ont fini par apparaître comme étant fondés sur des visions irréconciliables, ce qui a conduit au départ d'un second membre. Comme nous le verrons davantage dans les parties qui suivent, cet affrontement de visions, de stratégies et des imaginaires qui les sous-tendent se retrouve dans de nombreux projets

agricoles : Wilson (2015) parle ainsi de mécanismes de réaction (*coping*) et de préfiguration (*prefiguring*) qui entraînent des stratégies d'alignement au système capitaliste ou de transformation de ce dernier. Enfin, il nous semblait important de noter que la profession agricole induit une solitude, tout en s'inscrivant dans des solidarités entre pairs. Wilson (2015) cite ainsi Maxey qui, en 2006, définit les relations entre *farmers* comme une « *independent interdependence* » : la volonté d'être autonome anime les agriculteurs, ce qui ne les empêche pas d'être pleinement conscients de leur dépendance à leur communauté : on pourrait ainsi également parler de solidarités isolées. Au Québec, le Réseau des Fermiers de Familles (RFF) et la Coopérative pour une Agriculture de Proximité et Écologique (CAPÉ) a permis de structurer un réseau d'entraide et de soutien logistique très important pour les maraîchers biologiques qui commercialisent leurs produits via des paniers (ASC). La professionnalisation et la politisation de ces structures collectives de soutien ont pour objectifs la démocratisation de ce modèle d'agriculture et sa promotion, ainsi que la mise en place de services pour les agriculteurs (achat en commun, auto-construction, formation continue) orientés vers les besoins réels du terrain. De plus, un réseau de communication virtuel professionnel et informel, créé dès la première génération des maraîchers biologiques québécois (dans les années 1980), permet l'accès à une quantité inimaginable d'informations, de données et d'outils, dans une visée de coopération provinciale. Ces réseaux d'entraide vont à l'encontre des principes de compétition capitaliste : l'information sur les prix, sur les méthodes de production ou encore sur les outils comptables sont partagés en toute confiance, dans la volonté de multiplier le nombre de projets agricoles (Plank et al., 2020). De même, le RFF aide les fermes dans l'installation de nouveaux points de chute, propose un système de gestion des abonnements en ligne, et promeut dans le même temps la bonne entente entre les agriculteurs et la non-compétition, notamment avec la mise en place de processus de validation des lieux de points de chute en fonction des autres fermes déjà présentes, par exemple. Cette entraide est un mécanisme très fort de résistance aux dynamiques capitalistes.

1.2.2.3 Appliquer les outils du métabolisme à sa propre ferme

Comme nous l'avons vu dans les paragraphes précédents, le modèle agricole sur lequel s'appuyait le projet coopératif des Hautes Herbes cherche à être une réponse économiquement viable aux enjeux du système capitaliste. En effet, de nombreuses pratiques agricoles s'opposent à la marchandisation globalisée (Pineault, 2023), à la compétition entre producteurs ou encore à la priorisation de la rentabilité face aux autres objectifs sociaux et environnementaux). Néanmoins, il faut reconnaître que ce modèle vu comme alternatif s'inscrit dans le régime fossile décrit plus tôt, que ce soit dans les pratiques

dominantes, les imaginaires sociaux projetés ou encore dans les flux de matière et d'énergie dans lequel il s'ancre. L'imaginaire qui régit de nombreux projets agricoles sur petite surface est la réussite économique. En effet, la production est planifiée dans une visée de marchandisation et de rentabilité économique : comme Wilson (2015) le décrit bien pour d'autres fermes, Les Hautes Herbes étaient « *organized as a worker coop in which all workers equally distribute surplus amongst themselves, but they may engage in market transactions with their customers where their products are sold strictly as a commodity* » (p.22). L'objectif de fournir un salaire décent aux travailleurs-membres, louable et nécessaire dans le cadre d'une location du terrain et donc d'un nonaccès à la propriété, entraînait nécessairement un autre rapport aux produits que celui d'un agriculteur propriétaire, dont les coûts d'entreprise sont imbriqués aux frais de vie quotidiens. Il était donc impensable de perdre trop de légumes invendus, puisque notre production reposait sur un modèle *lean*, à flux tendu, où tout surplus était proposé à d'autres formes de distributions commerciales (restaurants, marchés solidaires, écoles). Au sujet des imaginaires sociaux inscrits dans le modèle bio-intensif, on peut se référer au livre de référence de ce modèle, *Le jardinier-maraîcher*, de Jean-Martin Fortier, publié en 2012 aux éditions Écosociété, qui a contribué grandement à la démocratisation de ce modèle d'entreprise (nous avons d'ailleurs utilisé beaucoup de ses outils et méthodes, quoique non exclusivement). Dans cet ouvrage grand public, Fortier tente de prouver (ainsi qu'à travers ses projets agricoles) la pertinence économique et la rentabilité financière d'une ferme d'un hectare, peu mécanisée et biologique, pouvant produire de façon très intensive des produits de niche à haute valeur ajoutée, commercialisés auprès de populations urbaines aisées. Ce discours comprend un peu des deux visions que nous avons abordé plus tôt, définies par Wilson (2015) quant au positionnement face au système capitaliste : proposer une alternative viable économiquement aux modèles des multinationales de l'agro-business est un discours porteur de transformation sociale ; néanmoins, la recherche de performance financière dépasse la volonté de participer à la sécurité alimentaire de la communauté proche et s'éloigne des principes agroécologiques. Enfin, d'un point de vue métabolique, les flux d'énergie et de matière dans ce type de ferme, bien qu'ils soient différents de ceux du modèle dominant (nous verrons en détail ces différences de flux et d'autres informations métaboliques d'intérêt dans la suite de ce mémoire), s'inscrivent très clairement dans un régime fossile mondialisé : les semences, engrais, outils, machines, le matériel de production et de distribution, les structures abritées ainsi que les outils technologiques utilisés à la ferme proviennent tous d'un marché mondial extractif et fossile.

Ce constat s'accompagne du suivant : les incohérences entre les projections d'un modèle alternatif et les réalités du terrain telles que décrites précédemment étaient insolubles à cause notamment de verrous

métaboliques liés au régime fossile capitaliste. Ainsi, on peut facilement isoler trois verrous, bien qu'ils ne soient pas les seuls, à travers les incohérences formulées tout au long de cette partie : un verrou financier et matériel lié au stock « serre », un verrou matériel et de pratiques lié au stock « compost » et un verrou financier et de pratiques lié au stock « fonds de terre ».

La serre chauffée, d'une surface de 100x30 pieds, a été achetée grâce à un prêt financier de 35 000 \$ (ainsi qu'un financement participatif impliquant 163 contributeurs pour un montant de 16 280 \$), puis montée et installée par les membres de la coopérative à la fin de la première saison (novembre- décembre 2020). Cet investissement, colossal par rapport aux revenus de la ferme (90 000 \$ la première année), semblait indispensable à la survie économique de la coopérative puisqu'il permettait l'allongement de la saison maraîchère et l'augmentation substantielle de la production, notamment de tomates et d'autres solanacées. Une fois le prêt lancé, assis sur une responsabilité individuelle partagée également entre les membres (ce qui faisait reposer le risque financier sur nos économies personnelles), la serre a contribué à une mise sous pression de la production : afin de rembourser le prêt et ses intérêts, il était nécessaire de dégager un surplus monétaire d'environ 10 000 \$ supplémentaire par année, par la production en serre. La production n'avait plus pour unique objectif de financer les salaires des membres et des employés, mais également de rentabiliser cet investissement. Une serre perdant une grande partie de sa valeur une fois usagée ou redémontée, ce verrou était très concret.

D'autre part, le compost, nous l'avons mentionné dans le tableau ci-dessus, incarnait un autre stock verrouillant nos pratiques : afin d'avoir un coût raisonnable, l'achat du compost devait se faire en grande quantité, à la fois pour la saison actuelle et pour le début de la saison prochaine (l'accessibilité du terrain étant compromise durant les mois de printemps, avec la fonte de la neige). Ce compost provenant soit de tourbières, soit de produits forestiers, entraînait nécessairement la destruction d'un écosystème lointain afin de permettre l'enrichissement de notre sol. L'apport massif de compost est inhérent au modèle bio-intensif, dont le principe est le suivant : des apports importants de matière organique au sol sont nécessaires afin de compenser les cultures successives et intensives de chaque saison. Le modèle agricole étant profondément organisé autour de l'idée d'une succession de cultures rapides sur la même planche afin de rentabiliser chaque espace de terrain tout au long de la saison, d'autres pratiques telles que les engrais verts ou encore la décomposition de matière organique fraîche (fumier, par exemple) étaient moins faciles à mettre en place. Il s'agissait donc d'un stock externe qu'il fallait nécessairement utiliser, à travers lequel se verrouillaient des pratiques agricoles.

Enfin, et ce verrou a été une des raisons de la fin des activités de la coopérative, la financiarisation des terres agricoles au Québec et la spéculation foncière qui s'y rattache (elles correspondent aux

dynamiques mondiales) ont été un verrou important dans l'existence de ce projet agricole. En effet, la location nous donnant accès au fonds de terre impliquait une gestion partagée des espaces et des outils avec le propriétaire, selon ses propres volontés. Cette collaboration spatiale forcée ne fonctionnant pas de manière optimale, nous nous sommes tournés vers d'autres options et avons entamé un dialogue avec le propriétaire. La propriété privée, correspondant à l'achat d'une partie du terrain (le fonds de terre correspondant à 40 hectares, sur lesquels nous n'occupons que 2,5 hectares), est devenue la dernière option en raison d'un verrouillage financier et sociétal. En effet, le coût de l'hectare dans cette région proche de Montréal avoisinait en 2022 les 35 000 \$, ce qui correspond à une multiplication importante du prix des terres par rapport à l'époque de l'achat par le propriétaire. Bien que se positionnant idéologiquement contre cette financiarisation, le propriétaire n'a pas accepté l'idée de fiducie d'utilité sociale agricole (FUSA), qui aurait pu impliquer une baisse du montant d'achat. D'autre part, des deux côtés des négociations, l'imaginaire autour de la propriété privée et la volonté de contrôler son propre terrain ainsi que les alentours ont rendu impossibles les options de copropriété. Ce sont à la fois les difficultés d'accès à la terre pour la relève agricole et les imaginaires de la propriété privée qui ont rendu impossible la transaction foncière.

Ces exemples démontrent bien l'existence de verrous instaurés via un système dépassant la coopérative, rendant insolubles les incohérences de nos pratiques agricoles. Bien qu'au fil des trois années d'existence, les membres de la coopérative et les personnes s'impliquant dans le projet (bénévoles, familles) se soient engagés dans des expérimentations possiblement post-capitalistes et préfigurant d'autres régimes alternatifs (activités de subsistance, échanges non marchandisés, coopération), il est difficile, après cette expérience terrain, de maintenir l'idée que ces modèles agricoles sont des solutions idéales.

1.2.3 Des « pris pour acquis » théoriques à déconstruire

Dans la littérature des sciences sociales, les pratiques agricoles alternatives émergentes (agroécologie, sols vivants, circuits courts) sont pourtant perçues comme une des solutions les plus pertinentes, car elles concrétisent un ancrage socio-économique dans le territoire, défini par Polanyi (1944) comme l'encastrement du système économique et monétaire à celui de la reproduction sociale, brisé par le néolibéralisme occidental. Un réencastrement permettrait ainsi une meilleure circularité dans les flux socio-économiques, à la fois par la reterritorialisation des capitaux en lien avec une communauté et par une démocratisation de la décision économique des consommateurs, qui choisissent en amont le type de production et d'investissement qu'ils soutiennent. Cependant, peu de validations métaboliques existent

pour de telles pratiques agricoles. À la suite de la description de mon expérience de terrain, il est d'autant plus justifié de sortir les alternatives agricoles de l'acquis théorique positif dans lequel elles se trouvent, afin de les confronter à des critères les plus objectifs possibles.

1.2.3.1 Des recherches partielles

Le métabolisme se présente comme un outil analytique idéal pour ce type d'étude socio-écologique, et de nombreuses études métaboliques portent sur des systèmes agricoles. Cependant, si l'on se penche sur les modèles alternatifs qui nous intéressent, peu de recherches agroécosystémiques et socio-économiques existent effectivement – autres que celles purement intéressées aux flux qui traversent un système agricole. Gomiero (2018), à partir d'une recherche sur les liens entre agriculture et décroissance, démontre que les travaux qui intègrent l'agriculture et ses évolutions dans le paradigme du métabolisme social doivent récolter davantage de données interreliées : « *There is a need for scholars to work on the biophysical dimension of sustainability collaborating with those working on its psycho-socio-economic aspects* » (p.8). Lorsque l'on fait une recherche croisée sur les termes « agriculture » et « métabolisme social », on observe ainsi que les résultats se sont multipliés depuis les années 2010, mais qu'ils s'appuient en majorité sur des études de cas nationaux, qui permettent d'analyser l'évolution historique de systèmes agroalimentaires à l'échelle d'un pays, ou d'une région (Infante Amate, 2013 ; Grešlová *et al.*, 2019 ; Padro *et al.*, 2019 ; Parcerisas *et al.*, 2018). Le reste des recherches porte sur des sujets plus transversaux, mais on remarque que les travaux se penchent avant tout sur les flux et leurs évolutions, qu'une vision au-delà du rendement énergétique classique (EROI) est encore peu centrale (Gomiero, 2018 ; Guzman *et al.*, 2015), et que les seules données socio-économiques retenues sont la force de travail et les flux financiers.

Malgré de nombreux essais (Lomas et Giampietro, 2017 ; Padro *et al.*, 2019 ; Guzman et De Molina, 2015), il est difficile de trouver un modèle d'analyse englobant l'ensemble des enjeux d'une ferme pour l'étudier : l'aspect socio-économique est partiellement étudié, les limites planétaires ne sont pas prises en compte en dehors de la contextualisation, les liens entre les *agricultural sustainability studies*, le métabolisme social et les pratiques agricoles ne sont pas faits, alors que les constats ainsi que les résultats se rejoignent. Ce bilan théorique converge avec celui de l'expérience maraîchère : afin de vérifier si l'agriculture, dans une forme alternative aux modèles conventionnels, peut être au cœur d'une proposition sociétale post-capitaliste, une formalisation de l'analyse de ces modèles alternatifs semble nécessaire, et elle doit adresser tant leur aspect environnemental que social.

1.2.3.2 Manques analytiques métaboliques

Le métabolisme agraire est de plus en plus étudié, qu'il s'agisse donc d'analyses sur l'évolution des systèmes agraires comme on a pu le voir précédemment, sur des régions ou bien encore des pays. Chacune de ces études de cas se base sur des outils et des méthodologies qui, si elles s'intègrent dans le prisme du métabolisme et donc de la notion de flux par exemple, ont souvent leur spécificité, rendant difficile une méta-analyse. D'un côté, on peut ainsi voir des analyses faisant usage d'outils de mesure unifactorielle : le cycle du carbone organique (Aguilera et *al.*, 2018), celui de l'azote (Billen et *al.*, 2021), le *land cost* (Guzman, 2008) ou bien encore l'information (Marull et *al.*, 2019). D'un autre côté, on rencontre une littérature se construisant autour des calculs d'*input/output* d'énergie, avec l'outil de l'EROI (Krausmann, 2016, Grešlová, et *al.*, 2019) et, en parallèle, un corpus critique de cette méthode qui récuse l'idée d'une simplification des processus agroécologiques, et qui enjoint à clarifier les cycles internes des flux biophysiques pour dépasser l'analyse en termes de source ou de puits d'énergie des systèmes agricoles (Tello et *al.*, 2016). La notion de fonds est proposée par Padro et *al.* (2019), des fonds qui doivent pouvoir s'auto-reproduire et être maintenus pour que les cycles naturels se poursuivent malgré l'entropie. Ainsi LaRota-Aguilera et ses collègues définissent ces fonds comme des facteurs de soutenabilité à long terme, listant les éléments suivants comme des fonds agroécosystémiques : la fertilité du sol, le bétail et les communautés travaillantes (2022, p.7).

Nous reviendrons davantage sur cette idée de fonds ultérieurement, mais il est clair au fil des lectures sur le métabolisme agraire que les agroécosystèmes sont étudiés de façons multiples et résonnantes entre elles. Cependant, on observe également des difficultés non seulement à décrire ces systèmes dans leur complexité mais également à les intégrer dans le monde qui les entoure. Ainsi, de nombreuses études décrivent le passage entre les systèmes ruraux traditionnels et ceux industriels et mondialisés, comme on a déjà pu le voir, mais lorsqu'il s'agit d'observer des systèmes actuels alternatifs, le métabolisme social est encore en tâtonnement. Fraňková et ses collègues le déplorent : « *on one side, there are studies looking at promising alternative agro-food models but discussing them predominantly in qualitative terms; on the other, there are quantitative sociometabolic studies, but not focussing on potentially more sustainable, locally based models.* » (2018, p. 2).

Enfin, diverses recherches démontrent le manque d'économie politique dans les analyses métaboliques, et l'abstraction d'enjeux sociaux autres que les flux monétaires et de force de travail. Ainsi, Gomiero (2018) dissèque le lien entre agriculture et décroissance afin de démontrer le peu de recherches faites dans ce sens. De leur côté, plusieurs études listent les facteurs socio-politiques absents et pourtant si pertinents pour comprendre les différents régimes métaboliques, tels que « *role of power, social class,*

geographical location, historical change » (Pirgmaier et Steinberger, 2019, p.1), ou encore les inégalités sociales (Gizicki-Neundlinger et Güldner, 2017) qui sont créées et maintenues par des « *institutional settings, technological constraints and property relations* » (p.2). La « *crise des reproductifs* » est mentionnée par Biesecker et Hofmeister (2010) pour parler du lien invisible, dans les analyses métaboliques, entre les crises écologique et sociale – notamment sur la question du travail reproductif des femmes. Enfin, Plank et *al.* (2021) insistent sur le constat que dans les études sur les transitions entre régimes métaboliques, et notamment dans les réflexions pour un futur régime souhaitable, les dynamiques sociales (décisions politiques, relations de pouvoir, intérêts socio-économiques) ne sont pas assez prises en compte.

En ayant mis en pratique l'expérience maraîchère coopérative et biologique, définie comme une forme post-capitaliste de prédilection dans les littératures militante et universitaire, j'ai pu observer et littéralement vivre la confrontation des idéaux portés à travers cette définition théorique face aux verrous intrinsèques au régime fossile capitaliste. Qu'il s'agisse de verrous financiers, écologiques, de pratiques ou d'imaginaires, une revue de littérature permet de démontrer que ces verrous ne sont pas assez analysés pour que des modèles incorporant des solutions soient proposés. La suite de ce mémoire propose donc la construction en parallèle de deux grilles d'analyse tentant de répondre aux manques théoriques établis précédemment, afin de les imbriquer dans une matrice plurifactorielle d'analyse agrosociométabolique.

CHAPITRE 2

CONSTRUCTION D'UNE GRILLE ANALYTIQUE AGRO-SOCIOLOGIQUE

Le métabolisme social n'intégrant pas suffisamment de facteurs socio-économiques, nous tenterons tout dans un premier temps de mettre en lumière les liens intrinsèques entre changements climatiques et système capitaliste, afin de démontrer la nécessité d'incorporer de nombreux et divers éléments dans une analyse de système agricole post-capitaliste. Nous colligerons ces éléments à travers une revue de littérature pluridisciplinaire, enrichissant le corpus métabolique par les champs de l'agriculture soutenable, des études rurales et celui de la décroissance.

Dans un second temps, après avoir fait un tour d'horizon des outils classiques du métabolisme agricole, nous approfondirons des notions des écoles de pensée du métabolisme (celle de colonisation de l'école de Vienne et celle de fonds de l'école de Barcelone) en nous éloignant des seules méthodes de rendement énergétique. Afin de proposer une compréhension élargie des agroécosystèmes et de leur fonctionnement, nous construirons par la suite une deuxième grille d'analyse englobant ces nouveaux indicateurs.

2.1 Limites planétaires et (post-)capitalisme

Nous l'avons vu, l'agriculture contemporaine est responsable de nombreux enjeux écologiques et climatiques. Le modèle agricole fossile a entraîné plusieurs dépassements des limites planétaires définies par Steffen et *al.* (2015), démontrant la nécessité de définir un système agroécologique et agroalimentaire durable. Ce système n'est pas à imaginer seulement en termes de changements de pratiques et de technologies, mais doit s'inscrire dans une transition socio-écologique juste et démocratique au niveau de la société entière, afin de dépasser les verrouillages du système économique capitaliste (Asara, 2015, Brand et *al.*, 2021). En effet, ce dernier a installé des rapports sociaux et soutenu des institutions qui, à travers la perpétuation de la surproduction et de la surconsommation, des rapports de domination et d'inégalités intra- et entre régions du monde, ont instauré un modèle de société non seulement non viable écologiquement, mais également injuste socialement (Brand et *al.*, 2021). Steffen et ses collaborateurs, dans leur article sur les limites planétaires (2015), affirment (bien que de façon dépolitisée) le lien intrinsèque entre le système socio-économique et les capacités de notre société à dépasser ou non les limites biophysiques planétaires définies.

Afin de positionner notre recherche dans le paradigme écologique dont nous sommes désormais témoins au quotidien, nous allons établir les bases scientifiques du dépassement des limites planétaires dû aux fonctionnements intrinsèques au système capitalisme, pour ensuite développer les fondations théoriques d'un post-capitalisme, et son ancrage dans l'agriculture durable.

2.1.1 Limites planétaires

Les limites planétaires définies par Steffen et *al.* (2015) proviennent d'une nouvelle vision de la planète comme « Système-Terre » et d'une méthodologie renouvelée depuis les années 1980 grâce aux nouvelles technologies. Elles permettent d'envisager les processus écologiques tels que les flux biogéochimiques de façon planétaire et interreliée (Angus, 2018). Il est intéressant de noter qu'Angus, dans son livre sur l'Anthropocène, parle des limites planétaires comme de « *ruptures métaboliques globales* » lorsqu'elles sont dépassées (2018, p.123).

2.1.1.1 Un nouveau paradigme lié à l'Anthropocène

En 2000, Paul Crutzen est le troisième scientifique à utiliser la notion d'Anthropocène pour définir de façon géologique et symbolique notre époque et l'empreinte de la société humaine sur la planète. Bien que cette notion soit souvent remise en question (et parfois renommée comme Capitalocène) (Malm et Hornborg, 2014), elle est devenue depuis une vingtaine d'années un cadre de référence dans la compréhension des impacts globaux du capitalisme, ou du moins de la société mondialisée telle que nous la connaissons. Ce nouveau mot porte en lui une définition très lourde : nous serions sortis de la période interglaciaire de l'Holocène qui a vu l'espèce humaine se développer et vivre dans des conditions géologiques propices depuis plus de 10 000 ans, et ce, par l'intermédiaire des activités anthropiques sur le système planétaire. Comme mentionné en introduction, cette hypothèse s'appuie sur de nouvelles technologies et notamment sur le développement de l'informatique et des satellites, qui ont permis de mettre en lien de nombreuses données auparavant éparées, de comprendre la « nature » comme un système planétaire intégré, un acteur à part entière (Angus, 2018), ayant des équilibres dynamiques globaux. Cette nouvelle méthodologie a rassemblé de nombreuses disciplines (géologie, sciences de la terre, biologie...) pour former un constat global : l'activité humaine est devenue le facteur principal influençant les processus biogéochimiques.

Avec cette nouvelle ère hypothétiquement géologique (car ses impacts se retrouvent dans les couches terrestres, notamment, avec par exemple la profusion d'os de poulets provenant de l'élevage industriel et le plastique, deux éléments principaux de notre trace géologique) viendrait une époque d'incertitudes et

de changements radicaux dans les processus écologiques millénaires de la planète Terre, notamment dans les cycles chimiques, ce qui entraîne des conséquences impossibles à prévoir. On se trouve ici en plein cœur d'un paradigme scientifique très spécifique, lié et corroboré par les événements climatiques imprévisibles des dernières années : la science postkuhnienne, où boucles de rétroaction et incertitudes face au dépassement de certains seuils ainsi que prises en compte de perspectives pluridisciplinaires remettent en cause l'idée d'une connaissance fiable, valide et objective (Funtowicz et Ravetz, 1993 ; Sorman et Giampietro, 2013 ; Steffen et *al.*, 2018). Enfin, les limites planétaires ont été calculées dans le cadre de la thématique de la Grande Accélération – développée également par Steffen et l'équipe du Programme International Géosphère-Biosphère (IPGB en anglais) –, une perspective systémique sur les facteurs anthropiques en augmentation exponentielle depuis le début du XX^{ème} siècle (Angus, 2018). On voit ainsi un parallèle se créer entre les courbes spécifiques aux populations humaines (croissance démographique, PIB, échanges de marchandises...) et celles des perturbations environnementales (CO₂ atmosphérique, destruction des écosystèmes naturels, présence d'azote dans les milieux aquatiques...).

2.1.1.2 Les neuf limites et l'agriculture

Les analyses biogéochimiques des écosystèmes sur la planète ont rendu possible l'observation d'une régularité dans les cycles naturels, ce qui a permis de définir la notion d'« équilibre dynamique », qui illustre de façon plus précise le fonctionnement des écosystèmes que la norme passéiste d'un état de la nature linéaire et statique. Dans l'équilibre dynamique, il y a des perturbations dites « naturelles », qui ne nuisent pas à la récurrence du cycle observé. Cependant, l'activité anthropique est une perturbation qui peut, elle, dépasser les variations naturelles et déséquilibrer les milieux, de façon locale (en introduisant une espèce invasive dans un espace circonscrit) ou globale (en modifiant le cycle du carbone avec le relâchement dans l'atmosphère de stocks destinés à rester dans les couches terrestres sur des cycles temporels bien plus longs). Le moment où l'équilibre est rompu, où l'on entre dans une phase instable, est le « point de basculement ». Ce dernier est défini par Corlett comme se trouvant « *where there is a rapid shift to an alternative state* » (Corlett, 2015). L'équilibre sera donc rétabli, mais dans des conditions qui ne seront peut-être pas favorables à la vie humaine moderne, et cela de façon irréversible. La notion de « seuil » entre ici en jeu, car elle est utilisée par les scientifiques pour poser des limites probables et mesurées à ne pas dépasser, dans l'objectif de ne pas atteindre ce point de basculement. Ainsi, le seuil précède le point de basculement, il est une prévision, une projection à des fins d'avertissement.

Les critères des limites planétaires de Steffen et *al.* (2015) sont les suivants : les facteurs qui sont analysés pour être limités par un seuil (ici trois zones, selon le niveau de risque de basculement) sont au nombre

de neuf, et ont été sélectionnés car ils étaient des facteurs identifiables à l'échelle planétaire : Changement climatique ; Érosion de la biodiversité ; Modifications des usages des sols ; Utilisation d'eau douce ; Perturbation des cycles biochimiques de l'azote et du phosphore ; Acidification des océans ; Aérosols atmosphériques ; Diminution de la couche d'ozone ; Pollution chimique (nouvelles entités). Pour chacun d'entre eux, le seuil (lorsqu'il a pu être déterminé) est fixé à un chiffre (taux, pourcentage, quantité) simple et quantifiable grâce à des méta-analyses. Le chiffre est enfin calculé selon l'Holocène, époque considérée comme une époque climatique qui correspond aux conditions de vie humaine. Le seuil est donc, pour les neuf facteurs étudiés, au niveau des facteurs durant l'Holocène. De façon différente, Lenton et *al.* (2008) examinent des seuils liés à des zones géographiques sous-continentales, et les critères reliés relèvent de plusieurs temporalités liées à l'action politique (temps politique d'environ 100 ans) et leurs conséquences éventuelles (temps éthique d'environ 1000 ans). On le voit de façon très claire, les seuils déterminés dans ces études démontrent un lien très fort entre les pratiques agricoles et le dépassement de certaines des limites : ainsi l'érosion de la biodiversité et la perturbation des cycles de l'azote et du phosphore, dont les seuils étaient tous deux déjà dépassés au moment de l'étude (2015), sont extrêmement liés au modèle agricole industrialisé, aux monocultures abreuvées d'intrants. Afin d'illustrer cette observation, nous proposons un tableau synthétique des impacts de l'agriculture (sous différentes pratiques agricoles) sur les limites planétaires, sur une échelle de facteurs de 1 à 3, inspiré par la lecture des articles précédemment cités et par ma propre expérience maraîchère :

Tableau 2.1 Impacts de l'agriculture sur les limites planétaires

| Type de circularité | Rupture métabolique | Catégorie de KLEM | Flux | Variables | Pratiques agricoles | Limites planétaires | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|--|---|-------------------------|---------------------|---|----------------------------------|--------------------------|--|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|--|--|--|--|--|---|--|---|--|--|---|--|--|---|
| | | | | | | Changements climatiques | Nouvelles émissions | Réduction de la couche d'ozone | Présence d'aérosol atmosphérique | Acidification des océans | Flux biogéochimiques (N et P) | Usage de l'eau des paysages | Changement des paysages | Intégrité de la biodiversité | | | | | | | | | | | | | | |
| Restreinte | Socio-économique | L | Force de travail humaine | Temps | machines/infrastructures/outils | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | K | Capital physique | Combustibles, électricité (énergie GES) | Degré de mécanisation | 3 | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | E | Énergies | Degré d'électrification | 3 | | | | | | | | | | 1 | | | 2 | | | |
| | | | | | | | | | | | Semences, compost (masse) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | Qualité des semences retour à la terre vers restes = apport de biomasse réutilisée | 2 | | | | | | | | 3 | | | | | | | | 2 |
| | | | | | | | | | | | Légumes et résidus (masse) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Minéraux | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | M | Nutriments | Structure du sol et du microbiote via engrais verts, apports synthétiques ou non de minéraux | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Élargie | Écologique | | Matériaux | Bois, plastique, Déchets | Degré de plastification | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Degré de récupération, réutilisation, recyclage | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Récupération de l'eau | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Eau | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Analyse spatiale | | | | Champs/soils | Polyculture | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Intégration d'autres cultures (agroforestier, prairies mellifères, engrais verts) | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Hétérogénéité spatiale | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Analyse spatiale | | | | Hétérogénéité spatiale | Surface laissée en jachère | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

2.1.1.3 Visions critiques des limites planétaires

Alors que le point de basculement est une observation objective, le seuil serait une donnée prospective, liée à un risque évalué pour le futur, et donc un outil développé pour faciliter la prise de décision politique, un des objectifs des articles célèbres de Steffen et *al.* (2015) et de Rockström et *al.* (2009). Un critère choisi par l'équipe de recherche de Lenton est aussi le fait qu'un « *significant number of people care about the fate of the component* » (Lenton et *al.*, 2008, p.2). La subjectivité des chercheurs entre en compte dans leurs choix de gravité ou de critère : « *Our collective judgement was used to evaluate condition* » (2008, p.4). Ce facteur de subjectivité est en partie une des raisons de la critique des seuils que fait Montoya : le seuil, selon lui, amène la vision d'un « *safe operating space* » dans lequel les activités humaines peuvent continuer à se déployer, une limite à ne pas dépasser qui ne remet pas en question la logique même des activités anthropiques ni la logique de croissance, puisque « *within some limited space, whatever the stresses we inflict on nature it will be OK* » (Montoya et *al.*, 2018, p.7). Cet apport, qui nous vient du milieu de la recherche sur la biodiversité, permet de contrebalancer la méthode avec laquelle les seuils ont été définis à un niveau planétaire, et de mettre en lumière l'aspect peu critique en termes politico-économiques des études sur les limites planétaires. En effet, Steffen et ses collaborateurs, dans leur article (2015), affirment le lien intrinsèque entre le système socio-économique et les capacités de notre société à dépasser ou non les limites biophysiques planétaires définies. Cependant, ce lien est dépolitisé: « *The PB (planetary boundaries) framework does not dictate how societies should develop. These are political decisions that must include consideration of the human dimensions, including equity, not incorporated in the PB framework* » (Steffen et *al.*, 2015, p.1). Il semble que ce cadre de référence pose la question de maintenir les activités anthropiques dans les limites planétaires, mais sans jamais expliciter les structures de pouvoir, d'accumulation et d'inégalités qui soutiennent ces mêmes activités ni sortir des solutions technicistes pour répondre aux enjeux soulevés (Brand et *al.*, 2021).

On retrouve ces formulations généralistes et floues dans d'autres groupes de recherche d'envergure qui ont pour auditoire les instances gouvernementales internationales : dans les rapports du GIEC et de l'IPBES, lorsque les causes indirectes de la perte de biodiversité ou des changements climatiques sont mentionnées, on parle « *de l'augmentation de la population et de la consommation par habitant ; l'innovation technologique, dont les dommages causés à la nature ont diminué dans certains cas tandis qu'ils ont augmenté dans d'autres; et, de manière critique, les questions de gouvernance et de responsabilité* » (IPBES, 2019). De la même manière, les solutions sont nommées de façon très large

comme un « *changement transformateur* », qui prendrait en considération les « *facteurs technologiques, économiques et sociaux, y compris en termes de paradigmes, objectifs et valeurs* » (IPBES, 2019).

2.1.2 Les causes sous-jacentes de l'insoutenabilité du système économique capitaliste

Lorsque l'on se penche sur ces causes indirectes en s'appuyant sur l'économie politique et l'écologie sociale, sollicitées lors du chapitre précédent, on y observe la centralité du système capitaliste et son lien avec l'insoutenabilité de nos sociétés. Il a été en effet maintes fois décrit que les rapports inégalitaires et de domination ont des impacts environnementaux à prendre en compte si l'on veut modifier un tant soit peu la « trajectoire planétaire » (Millward-Hopkins et *al.*, 2020).

2.1.2.1 Capitalisme agricole et limites planétaires

Si l'on observe les déséquilibres métaboliques agricoles sous le prisme des limites planétaires, on voit des enjeux de techniques agricoles apparaître ainsi que des enjeux socio-économiques et politiques. En effet, nous avons parlé de la perte de biodiversité et de la perturbation des cycles de l'azote et du phosphore précédemment, et s'il s'agit des conséquences directes de choix techniques tels que la monoculture, la maximisation des terrains agricoles par la coupe des bosquets, bandes riveraines et autres lieux de biodiversité dans les champs, ainsi que de l'utilisation massive d'engrais épandus de façon liquide et donc entraînés dans les cours d'eau, ces limites planétaires ont également un pendant socio-économique et politique. La transformation de l'agriculture mondiale durant la Révolution Verte à partir des années 1960 s'inscrit dans un contexte de mise sous tutelle de pays émergents par les instances financières internationales (FMI et Banque mondiale), où les pratiques que nous venons de nommer ont été imposées aux paysans, mettant en péril la santé de leur sol, la pérennité de leur activité économique et leurs capacités de subsistance (on se rappelle que le maintien de zones sauvages de biodiversité a une importance énorme dans la cueillette complémentaire nécessaire en cas de sécheresse ou d'intempéries (Altieri, 1987). Ces méthodes mettent également la majorité des agriculteurs dans une situation de dépendance pour l'achat de semences et d'engrais auprès de grandes multinationales. Par ailleurs, une autre limite planétaire intéressante à observer est la modification des usages des terres, qui fait référence à la fois à l'urbanisation et la bétonification de plus de 50 % des espaces naturels (Angus, 2018), mais également aux parcelles agricoles, où les dynamiques d'enclosure sont encore en action, via une privatisation et un « *land grabbing* » dans les pays dits du Sud global (Gizicki-Neundlinger et *al.*, 2017). Ainsi, les limites planétaires dépassées ou sur le point de l'être mettent en lumière des processus qui sont intrinsèquement liés au système capitaliste. On peut expliquer ce constat notamment par l'invisibilisation

des facteurs écologiques et métaboliques dans les cadres conceptuels propres à l'économie classique et néolibérale : on y voit ainsi une boucle parfaitement fermée (*a closed loop*) liant production et consommation, qui intègre seulement les flux monétaires et les marchandises, sans aucune prise en compte des cycles plus larges qui permettent la production, la consommation et la fin de vie des éléments du système économique. Giampietro (2019) appelle ainsi à expliciter les deux circularités qui sont en jeu ici : la circularité « restreinte » à la sphère techno-économique et celle, « élargie », qui englobe la première et intègre la biosphère et ses flux biogéochimiques (énergie, eau, biomasse). L'augmentation de la productivité liée à l'Anthropocène et la Grande accélération induisent une linéarisation par l'utilisation de ressources non renouvelables qui fragilisent les fonds socioécologiques, entraînant une « *almost complete dependence on linear stock flows (inputs extracted from stocks and wastes overwhelming environmental sink capacity* » (Giampietro, 2019, p.8).

2.1.2.2 « La nature contre le capital »

Dans l'ouvrage de marxologie critique de Kohei Saito qui donne son nom à cette partie (*La nature contre le capital : l'écologie de Marx dans sa critique inachevée du capital*, 2021), l'analyse du capitalisme de Marx est décryptée d'un point de vue écologique, laquelle aurait été celle de Marx selon l'auteur, d'après des manuscrits non publiés de son vivant et restés inachevés. Ainsi, de façon générale, l'accumulation du capital et les processus de production capitalistes sont décrits comme destructeurs des moyens de production, soit les êtres humains par l'aliénation et l'exploitation, et les écosystèmes par le pillage des forces naturelles et la déforestation (Saito, 2021). En effet, les forces naturelles et reproductrices (notamment le travail invisible des femmes) sont considérées comme des ressources gratuites, inépuisables et donc exploitées sans scrupule par les agents du capitalisme. D'après cette analyse des textes de Marx, qui datent donc d'avant la Grande Accélération, le principe même du capitalisme repose sur une contradiction : celle qui consiste à détruire par son propre fonctionnement les forces sur lesquelles il s'appuie pour créer le profit et la croissance nécessaires à son maintien (Saito, 2021).

Depuis ses manifestations historiques, le système capitaliste s'est mondialisé, financiarisé et a démultiplié l'ampleur de ses perturbations sur les moyens de production. L'accumulation de profits est toujours dépendante de l'appropriation de la valeur du travail des ouvriers et des salariés, et l'investissement de ces profits par la minorité économique dominante génère des verrouillages métaboliques. Par conséquent, l'argent réinvesti dans des machines, des infrastructures ou des bâtiments – qui soutiennent la croissance et de nouveaux profits – bloque la possibilité de modifier les structures systémiques du capitalisme (*lock-in effects*, Seto, 2016) tout en modifiant et perturbant durablement les écosystèmes et

leur fonctionnement (Brand et *al.*, 2021). Ainsi, inscrit dans une recherche d'une croissance infinie, le capitalisme nécessite un métabolisme social très élevé pour se maintenir et donc croître : l'énergie solaire n'étant pas suffisante pour créer les surplus nécessaires à l'accumulation capitaliste, les systèmes capitalistes se sont tournés vers l'extraction de combustibles fossiles. Ceux-ci sont cependant partie prenante de cycles géochimiques d'une ampleur temporelle bien plus importante que la période sur laquelle ils ont été brûlés : en perturbant des cycles naturels dont le fonctionnement et la régénération le dépassent complètement, tant en termes de temporalités que de processus, le capitalisme est au fondement du dépassement des limites planétaires, et le premier facteur des réactions en chaîne dont parlent Steffen et ses collaborateurs (2015) (Brand et *al.*, 2021).

On arrive de cette manière à la sentence environmentaliste : pas de croissance infinie dans un monde aux ressources finies. Fischbach (2022) parle également de décrochage temporel entre le temps géologique de la terre et biologique du vivant (temporalité naturelle) et celui historique du capital (temporalité sociale). En sortant de la dépendance spatiale caractéristique des sociétés agraires (parce que liée à des formes d'énergie ancrées dans le territoire telles que la biomasse, les pâturages et la foresterie), la société industrielle et par la suite le capitalisme fossile ont supprimé le rapport à l'espace par l'accélération du temps, notamment des modes de production et des moyens de communication. Ainsi, la rupture de l'équilibre métabolique prend la forme particulière d'un décrochage entre deux temporalités de telle façon que des événements qui prennent place dans la temporalité humaine et sociale ont un impact sur des événements qui relèvent de la temporalité géologique, ce qui peut avoir en termes écologiques des effets catastrophiques de plus en plus irréversibles en raison de leur ampleur (l'activité humaine n'a plus de possibilité de changer les conséquences de ses actions). Par sa nature propre d'accumulation et d'accélération, le rapport capitaliste au temps exacerbe des tendances déséquilibrantes qui pouvaient déjà exister dans des civilisations plus anciennes (les déforestations existaient déjà, par exemple).

2.1.2.3 Un capitalisme insoutenable et injuste

Marín-Beltrán et ses collègues (2021) identifient le XX^{ème} et le XXI^{ème} siècle comme une société du déchet, tant les quantités d'eau, de matière et d'énergie sont gaspillées dans nos processus de production et de consommation. En dénonçant « *the increasing proportion of resources consumed to acquire positional goods, not needed to satisfy basic needs (i.e. overconsumption), as part of the current industrial model based on infinite growth* » (Marín-Beltrán et *al.*, 2021, p.2), ces chercheurs rappellent les règles thermodynamiques qui régissent tout transfert d'énergie sur notre planète : il n'est pas possible de

produire plus avec moins de ressources. Ainsi, l'idée de découplage qui fut pendant longtemps annoncée comme venant de pair avec les développements technologiques n'a pas de consistance énergétique. Hornborg (1998) propose par conséquent une adaptation de la théorie fétichiste de la marchandise de Marx pour l'appliquer à la machine : cette dernière semble créer de la productivité par elle-même, mais ce n'est qu'en faisant oublier ses conditions sociales d'existence (flux de matières, d'énergie et de travail qui ont permis sa construction et son fonctionnement). Ainsi, les gains de productivité sont une forme d'appropriation de temps et d'espace provenant d'ailleurs, car ils seraient impossibles à fournir sans un échange écologique inégal avec d'autres parties du monde. C'est ainsi que les mécanismes capitalistes reposent non seulement sur une exploitation insoutenable des écosystèmes et des ressources (énergétiques, minières, ou encore de production primaire), mais également sur l'aliénation de populations lointaines : le capitalisme a besoin d'externalisations écologiques et de domination spatialisée pour fonctionner. Il aurait peut-être fallu nommer cette partie « un capitalisme insoutenable, parce qu'injuste », car si l'on observe les relations sociales spécifiques au capitalisme, on peut facilement comprendre que « *inequality is not an outcome of capitalist social relations: it is their foundation* » (Brand et al., 2021, p. 8) ; la productivité capitaliste d'un système n'est qu'un accaparement de la reproductivité d'un autre système (Pineault, 2021). Évidemment, il nous faut rappeler que si le capitalisme se construit sur une exploitation des ressources naturelles et des personnes, notamment par la colonisation et l'externalisation, le système patriarcal s'inscrit en continuité avec ces dynamiques et que le capitalisme ne fonctionne qu'à la condition d'aliéner le genre féminin dans la reproduction sociale de ses conditions de production (Mies, 1999).

Gizicki-Neundlinger et al. (2017) explicitent le lien direct entre les inégalités et l'insoutenabilité des systèmes qui sont mis en place. En prenant comme objet d'étude les métabolismes des seigneurs et des paysans durant le régime agraire, ils démontrent que l'accumulation du capital par les seigneurs par l'appropriation des surplus agricoles des paysans (à travers le système de taxes imposées pour obtenir le droit de cultiver les terres seigneuriales) a entraîné des pratiques insoutenables pour la fertilité des sols de la part des paysans qui devaient maintenir une exploitation intensive des terres, créant un « *vicious cycle of the sustainability costs of inequality* » (Gizicki-Neundlinger et al., 2017, p.12). Cette dialectique entre inégalités et insoutenabilité trouve son aboutissement dans l'injustice intrinsèque au capitalisme actuel, qui se définit notamment par le fameux « *land grabbing* » des multinationales de l'« agro-business », une nouvelle forme d'enclosure qui élargit encore les frontières des terres privatisées, supprimant l'accès paysan aux sols nourriciers. Cet accaparement terrien met en danger la souveraineté

alimentaire des populations et amène des pratiques destructrices des fonctions agro-systémiques (monoculture, labour intensif, engrais) tout en étant nécessaire au maintien du modèle capitaliste actuel.

Tout comme un système agricole ne peut évoluer si le système économique qui l'entoure n'est pas modifié lui aussi, une société future qui permettrait aux cycles naturels de se régénérer mais qui ne chercherait pas à dépasser le système économique actuel se confronterait à une impasse. Sans réduire les asymétries de pouvoir au niveau mondial, dans un tel scénario, les problèmes seraient simplement déplacés, externalisés. Pour envisager un système socio-politique et économique hors des logiques actuelles, les changements doivent être choisis et non pas imposés, des décisions collectives doivent être prises, et il semble nécessaire de se tourner vers des systèmes démocratiques participatifs (Dardot et Laval, 2014). La notion de transition socio-écologique juste et démocratique devient donc indétachable des pratiques agricoles à faire évoluer.

2.1.3 Post-capitalisme et agriculture

Huber (2017) décrit les moyens de production comme des « *means of (ecological) degradation* » (Huber, 2017, p.1). D'après cet auteur, c'est dans les moyens de production capitaliste que se nouent la domination entre classes sociales et la dégradation écologique. Il est bien clair que la notion de consommateur « souverain » dont les choix seraient les principales causes des crises climatiques et écologiques est un mirage, puisque ces moyens de production sont entre les mains d'une minorité qui cherche à accumuler les profits tout en niant la valeur des processus naturels « gratuits » sur lesquels repose la production capitaliste. Comment, alors, envisager un changement de système sociétal ? Et, tel que le formule Huber :

« *How to transform industrial production – how should it be controlled and for what purpose and in whose interest? How much steel does a just and sustainable society require? How can that steel be produced in the “cleanest” way possible?* » (2017, p.7). Pour tenter de répondre à ces questions, nous allons voir que le post-capitalisme pourrait se baser sur les besoins, sur une démocratie davantage participative, notamment sur la production, et enfin nous observerons que l'agriculture est un secteur plein de potentialités post-capitalistes, décroissantes et écosocialistes.

2.1.3.1 Un système économique basé sur les besoins

« *The critical political question is what would those industrial systems look like if they were not directed toward accumulation/profit, but toward human need and ecological vitality* », soutient Huber (2017, p.4).

En effet, les raisons sous-jacentes à la quantité de production et le choix de ce qui est produit pourraient être basés sur les besoins et le bien-être des personnes, dont on sait qu'il n'augmente plus à partir d'un certain niveau de revenus (Millward-Hopkins et *al.*, 2020). Cette hypothèse est nourrie par les recherches sur le bien-être, et son lien avec la consommation d'énergie, de matières premières : quel est le lien entre les deux ? Y a-t-il une proportionnalité constante ? Les études démontrent qu'il y a une limite au rapport s'établissant entre les deux, et qu'une partie de la consommation (qui s'avère être celle ayant le plus de conséquences environnementales, comme les trajets en avion récréatifs, ou l'achat de véhicules utilitaires sportifs, VUS) n'a pas d'impact sur le degré de satisfaction. Ce degré de satisfaction augmentant en revanche proportionnellement au nombre de besoins non substituables comblés, une économie post-capitaliste pourrait donc se construire en s'appuyant sur ces besoins, en établissant une limite minimale dans les besoins comblés ainsi qu'une limite maximale afin de réduire les inégalités.

En effet, une société égalitaire pourrait réduire les besoins en consommation, notamment énergétique, jusqu'à nécessiter seulement 40 % des ressources actuelles pour combler les besoins minimaux de l'ensemble de la population (Millward-Hopkins et *al.*, 2020). On peut évidemment lier ces concepts à celui de « *Doughnut Economy* » de Kate Raworth (2017), où douze besoins (tant nutritionnels que sociaux) forment le plancher d'une économie, plafonnée par les neuf limites planétaires de Rockström (2009) : aucune économie actuelle ne réussit à s'inscrire dans ce « donut » (Millward-Hopkins et *al.*, 2020). L'idée d'une société décroissante peut donc au contraire devenir un exemple d'égalité, de justice sociale tout en proposant un modèle où le bien-être matériel, lorsqu'il atteint un niveau suffisant pour être attirant, est possible si l'on se dote des outils pour départager envies de luxe, surconsommation et besoins (en allant au-delà de la notion de survie).

2.1.3.2 Une économie encadrée et démocratique

Une économie post-capitaliste se fonde sur des termes théoriques très différents de l'économie classique : Power (2004) pose les bases d'une science économique féministe reposant sur cinq principes fondateurs qui remettent au centre de l'activité économique le travail reproductif et le care (Biesecker et Hofmeister, 2010), qui positionnent le bien-être comme vecteur de réussite économique, et qui replacent comme incontournables les notions de pouvoir, de classes, de races et de valeurs dans les analyses économiques. Elle incite également à imbriquer économie, social et politique, de façon à y réencadrer la théorie économique. Selon le texte fondateur de Polanyi, la « grande transformation » sociale serait inscrite dans le désencastrement de l'économie des relations sociales et, bien qu'il faille contrebalancer l'idée d'un désencastrement capitaliste total (Hinrichs, 2000), on peut imaginer qu'une société post-

capitaliste nécessiterait un réencastrement à la fois réel, symbolique (discours) et réflexif (théories). Cette ouverture critique de la notion d'économie vers un sens plus inclusif et comme « *médiation socio-économique* » (Biesecker et Hofmeister, 2010) est au fondement des réflexions de l'écologie sociale. Elle est également profondément intégrée dans ce travail de recherche, comme on pourra le voir dans les prochains chapitres.

D'autre part, une transition socio-économique vers une société post-capitaliste pose nécessairement la question de la justice et de la démocratie dans cette société. On a en effet vu que le métabolisme actuel, dépassant les limites planétaires par son fonctionnement intrinsèque, est ancré dans des verrouillages institutionnels, qui créent des inerties tant socio-économiques que technologiques, empêchant le renversement de ce régime métabolique (Brand et *al.*, 2021). Si l'on ne modifie que des aspects techniques ou technologiques, le risque couru est celui d'aboutir à une transition ratée, puisque fondée sur le transfert des charges et des coûts environnementaux et sociaux vers d'autres parties du monde, qui auraient pour résultat l'externalisation et des asymétries de pouvoir entre sociétés ainsi qu'à l'intérieur de ces dernières. Les enjeux climatiques et écologiques reflètent des enjeux globaux et nécessitent des réponses universelles : c'est notamment ce qui est traité de façon théorique dans les concepts de métabolisme et de limites planétaires. Une fois prise en compte la disparité des poids écologiques entre les sociétés et les classes sociales, où de façon relative, une minorité numérique est à l'origine des pratiques insoutenables et des impacts les plus importants – ce que nous avons pu voir dans les parties précédentes (Huber, 2018 ; Millward-Hopkins et *al.*, 2020 ; Brand et *al.*, 2021 ; Marin-Beltran et *al.*, 2021) –, il est impossible de nier que l'inégalité constitue à la fois un facteur de dépassement des limites planétaires et un élément fondateur du capitalisme. Les études en économie écologique ont pris acte de ces faits et cherchent à établir des méthodes pour changer ces rapports sociaux, sans pour autant entrer dans une dictature verte ou décroissante. En effet, lorsque l'on parle de verrous, les plus puissants d'entre eux sont institutionnels et culturels et ne peuvent être levés qu'à travers les changements de comportement et de vision (Brand et *al.*, 2021). Imposées par des procédures *top-down*, des nouvelles normes et valeurs ne seront jamais suffisamment intégrées pour transformer durablement la société. Elles doivent enjoinde à une compréhension profonde et à une adhésion complète, au sein de dialogues collectifs itératifs et délibératifs, afin de créer une nouvelle dynamique instituante (Dardot et Laval, 2014). La démocratie participative peut également passer par une démocratisation de l'investissement, pour la reprise du pouvoir sur les verrous à un niveau collectif, au niveau des moyens de production plutôt que par l'achat.

2.1.3.3 L'agriculture, un terreau fertile pour l'après-capitalisme ?

Un exemple de ce type d'investissement dans la production est justement une forme d'agriculture que nous avons déjà aperçue dans le second chapitre : l'agriculture soutenue par la communauté, où les partenaires (clients) prennent des parts dans la production annuelle de légumes (ou autres produits agricoles), afin d'être partie prenante de l'activité agricole. Ce lien nous amène à observer l'agriculture comme potentiel d'innovations post-capitalistes. En effet, bien que le système agricole ait été le berceau du capitalisme, les formes traditionnelles ou alternatives de l'agriculture sont des espaces d'expérimentation, parfois en réaction aux logiques de marché (*coping*), mais aussi en préparation d'une transformation sociale (*prefiguring*) (Wilson, 2015). Tout d'abord, en agriculture, il est davantage question des moyens de subsistance (*livelihood*) que d'une binarité entre profit et non-profit : les agriculteurs gagnent leur vie à travers leur travail, mais leur subsistance est assurée également par de nombreux éléments liés à leur environnement de travail (souvent lieu de vie), grâce à des ressources financières, mais également naturelles, physiques, sociales, ainsi que des habiletés humaines. D'après Wilson (2015), l'expérimentation post-capitaliste se retrouve à trois niveaux différents : dans les relations économiques, dans le traitement des ressources et des échanges et dans les subjectivités.

Les relations économiques entre les fermiers et leurs clients sont imbriquées dans une "*independent interdependence*" (Maxey, 2006, cité dans Wilson, 2015) et sont spécifiques au type de mise en marché. Ainsi Hinrichs (2000) différencie le marché fermier, qui constitue selon lui et son prisme analytique de l'encastrement social un « marché alternatif » de l'agriculture soutenue par la communauté (ASC), qui correspondrait à une « alternative au marché ». Il rappelle que tout rapport économique agricole, même s'il est en vente directe, qu'il porte sur des produits locaux et biologiques, est malgré tout en tension avec une marchandisation et un instrumentalisme, ou encore ancré dans des enjeux de pouvoir et de privilège. De la même manière, Wilson (2015) analyse le rapport aux clients notamment dans les modèles d'ASC comme étant une forme de démarchandisation, dans laquelle la valeur d'usage peut prendre le dessus, où les prix vont correspondre aux coûts de production plutôt qu'à une valeur d'échange, mais qui reste imbriquée dans des rapports capitalistes et individualistes. L'ASC, à sa création pensée comme un partage des risques et des réussites qui dépasse les intérêts personnels pour soutenir collectivement des pratiques agricoles soutenables, et motivée par des principes de réciprocité et de confiance (Hinrichs, 2000), a connu une évolution avec sa généralisation : les partenaires deviennent davantage des clients, moins impliqués, et les fermiers s'adaptent en proposant un fonctionnement plus flexible et une relation davantage marchandisée (Wilson, 2015). Carolan (2006) parle d'interpénétration entre les réseaux sociaux, de connaissances et de valeurs propres à l'agriculture conventionnelle et ceux

de l'agriculture soutenable. Elle pourrait notamment expliquer cette porosité entre capitalisme et post-capitalisme, via notamment l'industrialisation de l'agriculture biologique/durable (Wilson, 2015 ; Carolan, 2006).

Puisqu'une manière qu'a l'économie politique de définir le capitalisme passe par l'appropriation et la distribution des surplus (Gibson-Graham, 2013), il est intéressant de noter que l'imaginaire de la croissance n'est pas central chez les fermiers interrogés par Wilson (2015), et leur pauvreté salariale est compensée par l'habitat, l'autonomie et la communauté les entourant. Leur perception du « bien-vivre » évolue avec les années de production, et s'ancre dans une sobriété où l'idée de « scale-up » dans une volonté d'augmenter les profits est remplacée par une diversification dans le but d'approfondir la relation avec les membres. Enfin, au niveau des subjectivités, le post-capitalisme n'est pas toujours théorisé par les agriculteurs, mais l'activité agricole (*farming*) est en soi une activité politiquement engagée, à travers les pratiques, les manières de travailler : pour ces derniers, c'est un moyen de participer à la transformation sociale, et leur identité vient du collectif, même si les valeurs et les intentions politiques sont souvent très ancrées dans les réalités agricoles (Plank et *al.*, 2020; Wilson, 2015; Maxey, 2006).

Une société future qui permettrait aux cycles naturels de se régénérer ne pourra pas s'imaginer sans une réduction des asymétries de pouvoir à l'échelle de la planète entière, afin de ne pas seulement déplacer le problème via des externalisations. Il semble également nécessaire de contrer les enjeux planétaires d'une même voix, à travers des processus de démocratie participative instituante (Dardot et Laval, 2014), afin d'engager une adhésion profonde aux changements décidés collectivement. Pour consolider la théorie post-capitaliste sur laquelle peuvent s'appuyer de tels changements sociétaux, l'analyse de micro-systèmes innovants permet de valider leur pertinence, leur résilience et leur capacité de soutenabilité. L'analyse du potentiel d'un modèle agricole alternatif, dans un contexte de transition socio-écologique, devrait ainsi se construire selon le critère de la transition socio-écologique, mais également en fonction de ceux de la justice (tant interne qu'externe) et de la démocratie.

2.2 Une ferme post-capitaliste : une grille d'analyse socio-économique

Lorsque l'on parle de transformation socio-écologique, il est important de préciser notre pensée. Nous nous appuyons ici sur la caractérisation de Plank :

We need to define the two possible uses of the concept of social-ecological transformations: The first one is an analytical one, focusing on both short-term and long-term changes in societal relation to nature, with a strong focus on the societal metabolism and its technical, institutional, cultural and political-economic implications. The second one, more recently used, is a normative and strategical approach for a deep rooted, far reaching and just transformation going perhaps beyond capitalism. (Plank et al., 2021, p.3)

En nous plaçant dans le deuxième usage de la notion de transition socio-écologique, et en regard de la nécessité de placer les futurs modèles agroécologiques dans le contexte post-capitaliste que nous venons de détailler, nous allons désormais construire une proposition de grille analytique qui permet de prendre en compte ce changement de paradigme sociétal. Au niveau social et économique, les études métaboliques de fermes qui existent analysent des systèmes alimentaires sans y intégrer des éléments essentiels. En effet, la méthodologie métabolique classique s'appuie majoritairement en termes sociaux sur l'étude des flux de capitaux et de force de travail, en utilisant le système des flux KLEM (capital, travail, énergie, matière). Pour parer à cela, nous souhaitons ajouter de nouveaux critères socio-économiques dans l'analyse des agroécosystèmes, tels que la relocalisation et la réappropriation de la production que permettent et illustrent les circuits courts en agriculture. Notre cadre d'analyse, défini grâce à une revue de littérature pluridisciplinaire, tire ses indicateurs en s'appuyant sur un corpus théorique élargi, des *agricultural sustainability studies* aux études socio-politiques de la décroissance.

Prenant pour hypothèses que (1) le modèle d'une structure agricole collective qui intègre des pratiques maraîchères alternatives peut correspondre à un modèle socio-économique pertinent dans le cadre de la décroissance et du post-capitalisme, et que (2) cet aspect collectif (modèle coopératif, raccourcissement du lien entre production et consommation, intégration dans la communauté, création d'un écosystème socio-économique autosuffisant) peut augmenter la résilience et la pertinence de ce type d'agriculture alternative dans une visée métabolique, nous posons la question suivante : comment mesurer cette **dimension socio-économique dans une analyse métabolique de système agroécologique ?**

Notre objectif est ici de développer la dimension sociétale dans l'analyse métabolique afin d'évaluer la soutenabilité d'une initiative agricole alternative en tant que projet de transition socio-économique, à travers les éléments d'analyse propres à ce cadre théorique (transformation sociétale, coopération, inclusion dans la communauté, émancipation collective, autonomie alimentaire territoriale, etc.).

Nous allons pour cela nous appuyer sur un corpus scientifique qui regroupe trois types de littérature :

- Agriculture soutenable et locale – développement durable des territoires ;
- Décroissance – transition sociétale ;

- Métabolisme sociétal – économie écologique.

La suite de cette partie va se dérouler en quatre sous-parties qui vont nous permettre de (1) analyser la part de la dimension socio-économique dans les études métaboliques et évaluer les manques dans la littérature; (2) définir les critères et indicateurs d'une analyse socio-économique à travers les textes scientifiques *d'agricultural sustainability* et de décroissance; (3) établir un modèle d'analyse englobant ces éléments à travers une synthèse de littérature; (4) étudier les apports potentiels des résultats d'un tel modèle et valider la pertinence d'une telle analyse.

2.2.1 La dimension socio-économique des systèmes agro-alimentaires dans les analyses métaboliques

Gomiero (2018) montre le lien entre les champs de recherche de la décroissance et du métabolisme sociétal, puis passe en revue la littérature rattachée à l'agriculture afin de démontrer le manque d'études menées sur ce sujet en lien avec la décroissance, qui analyseraient l'agriculture comme un « *endosomatic energy flow [that] is metabolized by humans to sustain themselves* » (Gomiero, 2018, p.2). Cet article permet de voir l'intérêt d'une analyse métabolique des systèmes agroalimentaires dans les scénarios de décroissance sociétale afin de préfigurer les conséquences en termes d'énergie, de population et de force de travail. Déjà, on observe dans cet article le trait caractéristique de la dimension socio-économique dans les études métaboliques, envisagée selon le prisme de deux principaux facteurs : le travail et l'énergie. On retrouve ainsi ce format d'analyse dans l'article de Marull et al. (2019), qui propose une méthodologie complète (ELIA) autour d'études de cas de systèmes agroalimentaires occidentaux, et leur analyse en termes de transition socio-métabolique à long terme. Les éléments métaboliques classiques (énergie, utilisation des terres, cycles biophysiques) sont ici analysés dans le but de démontrer quels modèles agroalimentaires sont circulaires, et donc pérennes. Ici, les seuls facteurs socio-économiques mentionnés sont les informations, qui comprennent les savoirs traditionnels que les fermiers se transmettent à travers les générations. Cependant, la résilience et l'adaptabilité d'un système agroécologique y sont analysées selon le prisme de sa circularité, sa complexité et sa diversité, dimensions que l'on pourrait reprendre dans une analyse socio-économique.

Le manque d'indicateurs socio-économiques est également mis en lumière par une étude sur l'agriculture urbaine (McClintock, 2010), qui développe une méthodologie pour étudier ce modèle agricole sous le prisme du métabolisme sociétal, en amenant trois types de ruptures (environnementale, sociale et individuelle). Leur analyse multidimensionnelle apporte ici un éclairage particulièrement pertinent : la rupture environnementale est la plus souvent analysée alors que les deux autres intègrent des indicateurs socio-économiques pourtant cruciaux (réappropriation des moyens de production et des

terres par les producteurs ; bien-être des acteurs à travers la recreation d'un lien avec la nature et d'un sens dans leur travail). En corrigeant ces ruptures, l'agriculture (ici urbaine) est considérée comme un facteur de circularité, posée en opposition à la rupture, ici définie comme « élargie », c'est-à-dire comprenant à la fois la circularité dans la technosphère (sphère économique et humaine, dans les flux de production et de consommation) et donc considérée comme étant « restreinte », mais également dans la biosphère, c'est-à-dire les sources et les puits naturels de la planète (Giampietro, 2019).

Sorman et Giampietro (2013) ont de leur côté lancé un débat repris par la suite par Kallis (2013) sur la faisabilité d'une décroissance planifiée et volontaire de la société, ainsi que sur les facteurs de décroissance sur lesquels devrait s'appuyer une telle démarche, et enfin sur les limites à cette mise en pratique. Le premier article illustre le système métabolique sur les différents niveaux de circularité (restreinte et élargie) à travers le prisme de l'énergie. La réponse de Kallis contre-argumente que la décroissance sera forcée, et redéfinit l'idée de la baisse de travail critiquée comme improbable par Sorman et Giampietro si on considère de la descente énergétique que supposerait une décroissance sociétale en précisant la pluralité de travail : la réduction des heures de travail payées est une hypothèse centrale de la décroissance, mais qui ne sous-entend pas celle du travail de reproduction, social ou non payé. Par ailleurs, Kallis pose la démocratie directe comme la condition d'une décroissance socialement soutenable et comme le paradigme scientifique de la décroissance (science post-normale, savoirs partagés). Enfin, il montre qu'un manque d'analyse psychologique et anthropologique réduit la pertinence des affirmations de Giampietro et Sorman en dehors des projections énergétiques. Ce dialogue entre deux visions de la décroissance opposées confirme l'impression d'une faille analytique existante entre les éléments métaboliques classiques (travail, énergie, matière et capital) et les études davantage orientées sur l'écologie politique telles que celles de Kallis.

Smetschka, et *al.* (2016) étudient spécifiquement l'agriculture soutenable de deux villages d'Autriche à travers le paradigme du métabolisme social, sous le prisme de l'utilisation du temps. Cet article permet de démontrer que le temps et son analyse, en le classifiant selon son usage (temps personnel, temps familial/care, temps de travail, temps communautaire), permet d'observer les niveaux de bien-être et d'égalité dans un système agro-alimentaire. En effet, si tout le temps disponible dans une journée est utilisé pour le travail ou pour les activités de care, en particulier pour les femmes, la soutenabilité est questionnée. Les modèles agricoles sont analysés selon ce prisme égalitaire et démontrent qu'ils doivent être choisis avec attention afin que le poids supplémentaire (de la spécialisation de la production, par exemple) ne retombe pas majoritairement sur les épaules des femmes. Il est intéressant de remarquer que l'élément socio-économique du temps n'est pas un facteur classique des études métaboliques, la

question étant d'ailleurs posée dans le texte : « *How can time be linked to the core concepts of Social Ecology, social metabolism and colonization ?* » (Smetschka, et al., 2016, p.2). Le lien entre le temps et le métabolisme vient du fait que toute activité humaine prend du temps, qu'il soit employé pour la reproduction individuelle, familiale, économique ou sociétale, et que durant ce temps, cette activité nécessite une utilisation de matière ou d'énergie. Le temps devient donc un outil de calcul des éléments analytiques classiques du métabolisme. L'intégration de cet élément temporel provient notamment de la volonté pluridisciplinaire de l'étude. Ceci nous amène à notre dernier article de cette revue de littérature, qui confirme ce besoin de transdisciplinarité : Ravera et al. (2014) comparent six études de cas afin de définir les vecteurs et aspects du changement dans les ruralités émergentes. En mêlant des points de vue pluriels (empirique, méthodologique et interprétatif), cet article appuie l'importance d'une analyse intégrée, interdisciplinaire et pluridimensionnelle (notamment au niveau des échelles) entre économie écologique et politique écologique, afin d'apporter les dimensions de l'équité et de la soutenabilité aux critères classiques du *land use* et de l'activité humaine, avec plus généralement une vision holistique dans les études métaboliques de modèles sociétaux en transition.

À travers cette revue de littérature, nous avons pu observer que divers indicateurs socio-économiques existent déjà dans les études métaboliques : en plus des classiques force de travail (terme qui se doit d'être précisé entre les différentes formes de travail, rémunéré ou non) et énergie, nous avons pu extraire des textes présentés les savoirs locaux et traditionnels, la réappropriation des moyens de production et des terres par les producteurs, le bien-être des acteurs à travers l'utilisation de leur temps et la récréation d'un lien nature/humain, la démocratie directe. Cependant, des lacunes sont présentes et même annoncées par divers auteurs liés au métabolisme et à la décroissance (Kallis, 2013, McClintock, 2010, Gomiero, 2018), ce qui nous amène à chercher dans d'autres champs de recherche pertinents des critères socio-économiques complémentaires.

2.2.2 Définition des critères et indicateurs d'une analyse socio-économique

Le modèle métabolique souhaitable pour un système agro-alimentaire durable serait un modèle où la circularité élargie (Giampietro, 2019) est préservée entre biosphère et technosphère. Ce type de métabolisme sociétal entre donc dans la définition de la soutenabilité telle que décrite par Pretty:

(i) integrate biological and ecological processes (...), (ii) minimize the use of those non-renewable inputs that cause harm to the environment or to the health of farmers and consumers, (iii) make productive use of the knowledge and skills of farmers, thus improving their self-reliance and substituting human capital for costly external inputs, and (iv) make

productive use of people's collective capacities to work together to solve common agricultural and natural resource problems. (Pretty, 2008, p.6).

Ainsi, si l'on se penche particulièrement sur les enjeux socio-économiques (iii) et (iv), on s'appuie selon Pretty sur le capital humain et social.

Le corpus scientifique suivant s'articule donc notamment autour de la notion de soutenabilité, tant socio-écologique qu'agricole, dans une visée de transition. Le lien entre décroissance et soutenabilité est affirmé dans l'article d'Asara (2015), qui pose les contours de la décroissance comme modèle de transition socio-écologique nécessaire pour être durable. Il pose les principes, les concepts et les stratégies d'une telle transition décroissante, dont notamment la repolitisation des transitions. Selon cet article, la soutenabilité passera par l'*empowerment* des citoyens, la réappropriation des moyens de décisions, de production, financiers, ainsi que par leur sensibilisation aux nécessités de limitation collective et d'équité.

La réappropriation dont parle Asara (2015) passe par la reterritorialisation des flux, la relocalisation de l'économie et de la production, comme l'expliquent Infante Amate et al. (2013) dans leur « *strategy of the "4Rs" namely: reterritorialisation of production, re-localisation of markets, revegetarianisation of diet, and re-seasonalisation of food consumption, as the way forwards for degrowth* » (p.6). Dans cet article, le calcul de l'énergie est fait selon les différentes étapes du système agro-alimentaire (production, conditionnement, transport, distribution, préparation), et permet de démontrer que la production biologique et les circuits courts (réduction du transport, des emballages, des pertes durant le conditionnement) sont des facteurs primordiaux pour un modèle soutenable d'agriculture. L'intérêt de cette approche est l'inclusion des comportements des consommateurs dans l'équation, ce qui permet d'introduire le lien producteurs-consommateurs. Ce lien est symbolisé par Milestad et al. (2010) comme un « continuum » entre producteurs biologiques et consommateurs à travers les plateformes de vente de proximité tels que les marchés locaux. Cette étude montre une certaine relation entre production biologique et relocalisation de l'économie, à travers des liens renforcés de confiance et de fidélité avec la clientèle, ainsi que de coopération entre producteurs. Les agriculteurs locaux sujets de l'étude voient un lien clair entre proximité spatiale et proximité sociale. Les liens sociaux et leur renforcement à travers le maillage territorial se retrouvent dans de nombreuses recherches liées aux systèmes agrosociaux : l'appartenance à une communauté de pairs est un des principaux facteurs d'adoption de pratiques agricoles de conservation du sol par les agriculteurs du Népal (Tiwari et al., 2008). Ainsi, l'intégration dans un groupe, l'appartenance à un système de producteurs fait partie des modalités psychologiques et sociales de changement de méthode agricole pour des paysans, de leur autonomisation par l'éducation

et le transfert des savoirs, et est une des raisons du passage à l'action (Wezel et al., 2016). Dans le même sens et de façon plus locale, Mundler et Laughrea (2016) analysent l'apport de la proximité producteurs-consommateurs sur les indicateurs suivants : « *farmers' welfare, local development, welfare of the community, and environmental protection* » (p.1). Les résultats de leur étude sur trois MRC québécoises montrent que l'effet des circuits courts est positif de façon générale, en particulier pour la création d'emplois, le développement de compétences des agriculteurs, la satisfaction de leur travail et l'adoption de pratiques agricoles soutenables. La cohésion sociale n'est pas un facteur retenu par les agriculteurs, mais cela est expliqué par les auteurs par la relative jeunesse des projets agricoles répondants à l'enquête.

Enfin, dans une visée davantage portée sur la multifonctionnalité des systèmes agricoles et ruraux, Milestad et al. (2011) observent les apports sociaux, économiques des fermes de proximité dans leur territoire, tout en mettant en lumière leurs apports écologiques, à travers quatre cas d'études suisses. L'entretien d'une communauté autour de principes tels que la convivialité ou la réciprocité est un des piliers de la décroissance, et il est noté ici comme une des fonctions d'une ferme, ce qui illustre son rôle dépassant celui de la production alimentaire. Les services écosystémiques d'un système agricole sont également mis en lumière et cette analyse pluridimensionnelle permet de questionner la place des systèmes agricoles dans une perspective de transition post-pétrole :

In times when cheap oil may become history and the need for climate change mitigation questions Western life-styles, agriculture and land use will become increasingly contested issues. The same piece of land may be needed as a carbon sink, as a source of biodiversity and for food and fuel production. We need to find ways to evaluate the possible multiple functions of agriculture in order to understand what land use gives the most possible outputs from a systemic perspective. (Milestad et al., 2011, p.11)

La multifonctionnalité est également un thème de recherche pour Wilson (2015), qui démontre une correspondance entre l'intensité de cette multifonctionnalité dans des fermes, et la mise en place de bonnes pratiques environnementales, l'ancrage social et local sur le territoire, ainsi que la diversification des activités économiques de l'entreprise agricole. L'observation précise des dynamiques de transition vers des modèles multifonctionnels plus ou moins forts permet de mieux cerner les facteurs facilitants (cultures transitionnelles) ou freinant (dépendance au sentier des organismes et autres effets de blocage) qui s'ancrent dans l'histoire de la ferme, son contexte géo-économique, les liens sociaux qui en découlent, etc.

L'apport croisé entre les pratiques alternatives émergentes ou traditionnelles et le milieu de la recherche en plein développement autour de l'agriculture soutenable permettent à la fois de poser un regard

systémique sur l'impact des activités agricoles auprès de leur écosystème et d'imaginer une meilleure intégration de la ferme dans son territoire économique et social. À travers cette revue de littérature complémentaire, au fil des recherches sur la décroissance, la soutenabilité des systèmes agro-alimentaires, les transitions socio-écologiques et les apports des circuits courts entre producteurs et consommateurs, nous avons pu déterminer de nombreux critères socio-économiques pertinents pour une analyse métabolique approfondie, qui apportent une dimension politique (démocratisation des décisions), économique (relocalisation des activités économiques), post-capitaliste (réappropriation des moyens de production), sociale (renforcement des liens sociaux) et conviviale (autonomisation collective à travers la transmission de savoirs locaux).

2.2.3 Modélisation d'un système d'analyse du métabolisme agro-alimentaire

La définition d'indicateurs socio-économiques nous permet d'imaginer un modèle d'analyse global. Pour cela, nous nous appuyons à nouveau sur l'article de Gomiero (2018), qui donne trois critères de changement social pour une transition vers une décroissance soutenable socialement : le mode de vie doit être frugal, soutenable et convivial. La frugalité est ici définie comme l'auto-suffisance, ou du moins l'autosubsistance, ancrée dans une agriculture vivrière destinée à la production locale. La soutenabilité s'appuie sur la résilience du système, donc sa capacité d'adaptation et de régulation après un choc, et sur l'ancrage des pratiques agricoles dans le respect de l'environnement. La convivialité se définit, selon Ivan Illich, à travers les notions d'autonomie collective et d'émancipation créatrice (D'Alisa, 2015). À ceux-ci, nous nous permettons de rajouter le critère de pouvoir d'agir, car plusieurs indicateurs dénotent une reprise en main collective du pouvoir local par les acteurs, et il semble important de la mettre en valeur. En s'appuyant sur une approche constructiviste de la pensée, notre méthodologie a été la suivante : une revue de littérature a été menée dans les trois corpus théoriques précédemment cités (agriculture soutenable, décroissance, métabolisme), et onze textes dont les parutions s'étalent entre 2008 et 2019, ont été sélectionnés à travers les mots-clés de recherche suivants : « *rural* », « *agricultural* » ou « *agriculture* » ; « *socio-ecological* » ou « *sustainable* ». Le choix des textes s'est fait en fonction de la pertinence des études, celle-ci étant déterminée en fonction de la place majeure qu'y occupe le lien entre la soutenabilité et le système agroalimentaire étudié. À partir des quatre dimensions définies plus haut, les critères ont été dégagés de la littérature précédemment présentée, sélectionnés selon leur résurgence dans plus de trois textes grâce à une codification descriptive (Saldaña, 2013) et des rapprochements thématiques. Le détail de ce processus de codification thématique se trouve en Annexe B. Les critères ont ensuite été rassemblés sous des notions générales, qui ont elles-mêmes été divisées

en catégories comprenant chacune deux variables. Enfin, des indicateurs ont été définis dans une démarche dialectique entre les apports théoriques tirés de la revue de littérature et les savoirs ancrés basés sur mon expérience agricole vécue. Le résultat correspond à la grille d'analyse présentée ci-dessous, que nous faisons précéder d'une rapide explication synthétique des différents indicateurs :

- Les indicateurs de la frugalité rejoignent l'aspect local (*downscaling*) et celui de la simplicité volontaire : reterritorialisation des flux financiers (meilleure redistribution, crédits locaux, sortie des schémas de dépendance aux aides financières institutionnelles), relocalisation de l'économie (groupes d'action locaux ruraux et citoyens pour le développement local) et limitation collective.
- Les indicateurs de la soutenabilité s'appuient sur l'idée du capital humain (leadership, développement des compétences et capacité à innover) de Pretty (2008) et sur la durabilité des systèmes écologiques : valeurs environnementales intégrées dans les pratiques agricoles, savoirs locaux et traditionnels transmis entre les acteurs du territoire, innovation et résilience.
- Les indicateurs de la convivialité comprennent la vision d'émancipation et de collectif imaginée par Illich à travers la réinvention des relations sociales, l'autodétermination et la satisfaction liée à la liberté créatrice (D'Alisa, 2015) : autonomie, bien-être et équité, intensification des liens sociaux de proximité (projets multipartenariaux, lieux collectifs, identité locale, appartenance et implication dans la communauté).
- Les indicateurs du pouvoir d'agir sont reliés aux réappropriations collectives des moyens de décision, de production et d'usage à travers une repolitisation collective (Asara, 2015) : repolitisation et démocratisation des prises de décision, gestion collective des biens communs, réappropriation des moyens de production (forme coopérative, volonté de non-expansion, agriculture soutenue par la communauté).

En intégrant les critères d'un système agroalimentaire correspondant à une société post-croissance (convivialité, frugalité, autonomie collective, auto-suffisance, réappropriation des moyens de (re)-production), ce cadre analytique permet une observation plus fine des rapports sociaux et économiques dans un système agroalimentaire, complémentaire à l'analyse des flux métaboliques. À l'issue de cette analyse, quatre thématiques principales émergent, dont trois sont soutenues par Gomiero (2018), la dernière ressortant plutôt de l'ensemble des textes : frugalité/auto-suffisance, soutenabilité/résilience, convivialité/autonomie collective et pouvoir d'agir/réappropriation. À partir de ces notions, des catégories appliquées à un système agroalimentaire ont été établies, chacune définie par deux variables et des indicateurs tant quantitatifs que qualitatifs.

Tableau 2.2 Grille socio-économique d'un système agricole

| Frugalité – Autosuffisance | | |
|--|--|---|
| Catégorie | Variable | Indicateurs |
| Relocalisation de l'économie | Ancrage dans les circuits courts | - Proximité des flux (revenus/dépenses) à deux degrés de transaction - Reterritorialisation des flux financiers |
| | Plafond de croissance | - Pourcentage de croissance (monétaire / poids des récoltes / superficie / nombre de paniers / masse salariale) (%) - Autosuffisance : intensité (qu'est-ce qu'on fait avec les surplus, surplus sont leviers de croissance ou d'autosuffisance/consolidation) |
| Soutenabilité – Résilience | | |
| Catégorie | Variable | Indicateurs |
| Innovation et résilience | Niveau d'information / Transmission de savoirs | - Participation à des transferts, partages de pairs - Mise en œuvre de pratiques locales et/ou traditionnelles, de savoirs ancrés - Degré de connaissances (temps consacré à la formation) |
| | Développement de compétences | - Capacité d'appliquer les pratiques agro-écologiques (degré d'appropriation – quali) - Objectifs d'entreprise / temps consacré à l'innovation et résilience - Développement des pratiques low-tech |
| Convivialité – Autonomie collective | | |
| Catégorie | Variable | Indicateurs |
| Intensification des liens sociaux de proximité | Autonomisation de la communauté | Contribution de la ferme à l'autonomie de la communauté dans laquelle elle s'inscrit : - présence d'une ferme qui contribue à l'aspect agricole de la communauté - Degré de production de biens et de services non-marchands pour usagers et communauté (communs)/Pratiques d'échanges hors marchandisation (même indicateurs que pour autonomie) - Pratiques de gestion commune des outils/terrain |
| | Ancrage dans la communauté | Intensification des circuits courts : - Nombre d'intermédiaires entre prod et conso - Échanges ou trocs avec pairs locaux/Nombre de liens créés avec partenaires locaux - Implication bénévoles (heures/année) + quali ? |
| Pouvoir d'agir – Réappropriation | | |
| Catégorie | Variable | Indicateurs |
| Réappropriation des moyens de production | Autogestion | Capacité du collectif de travailleurs de contrôler son mode de travail : - Part de décision des travailleurs dans la vie d'entreprise - Qualité de vie (Partage des tâches équitable, Égalité des salaires, parité, Intégration du bien-être dans objectifs, Communication interne bienveillance) Repolitisation de la communauté : - Part de décision de la communauté dans la vie de l'entreprise |
| | Autonomie interne | - Intrants / outils et infrastructures (Degré de pratiques d'auto-construction vs. Contracteurs) - Degré d'autosuffisance des travailleurs (Degré de production de biens et de services non-marchands pour producteurs) |

2.2.4 Discussion sur les apports potentiels du modèle

À travers cette analyse, nous avons pu observer que les champs de recherche métaboliques et de l'agriculture soutenable sont complémentaires afin de donner une vision globale des indicateurs socio-économiques nécessaires pour évaluer la pertinence d'un projet de transition socio-écologique. Autour de quatre notions (frugalité, soutenabilité, convivialité, pouvoir d'agir), déterminées chacune par trois critères, un modèle d'analyse s'est construit. Les indicateurs pour chacun de ces critères sont autant quantitatifs (flux financiers, économie locale, utilisation du temps pour l'implication dans la communauté...) que qualitatifs (sentiment de bien-être, repolitisation, savoirs locaux et traditionnels...).

À travers cette grille d'analyse, nous souhaitons évaluer si un système agricole permet de réduire les déséquilibres économiques présents dans la plupart des systèmes agricoles classiques (dépendance financière et endettement, distanciation entre producteurs et consommateurs, moyens de production aliénants, dépendance envers des chaînes de distribution allongées), tout en dépassant les seuls critères des flux financiers (capital) et économiques (force de travail).

En effet, grâce à la grille d'analyse, les aspects communautaires, sociaux, humains peuvent être étudiés de façon concrète. Enfin, l'aspect politique et d'autonomisation des communautés est apparu au fil de la revue de littérature et semble être un pilier de tout projet de transition socio-écologique (Kalis, 2013 ; Asara, 2015). La pertinence d'une telle grille d'analyse s'appuie sur le croisement de trois types de littératures différentes (métabolisme social – décroissance – agriculture et territoire) qui, en s'entrecroisant, ont recoupé des éléments d'analyse similaires. Ces trois champs de recherche sont également complémentaires en termes de définition d'un projet de transition socio-écologique et font l'objet de croisement méthodologique dans des articles inter- et pluridisciplinaire en écologie sociale (Infante Amate, 2013, Smetschka, 2016, Gomiero, 2018).

En conclusion, et pour revenir à la notion centrale de notre réflexion, les différentes dimensions socio-économiques du métabolisme explorées dans ce travail permettent d'évaluer la circularité d'un système agro-alimentaire, à la fois dans sa reproduction (viabilité économique, pérennité, bien-être des travailleurs, réinvestissement, développement de compétences), dans son lien avec les consommateurs (circuits courts, liens de proximité, flux monétaires locaux) et avec la communauté, le territoire auquel il appartient (implication dans la communauté, réseaux de pairs, transfert de savoirs ancrés, développement de l'économie locale, liens de confiance et de réciprocité avec les citoyens). Il est primordial de nommer, à ce stade, que les indicateurs présentés dans la grille d'analyse correspondent à des pratiques sociales, telles que rappelées par Haberl et *al.* (2021).

2.3 Métabolisme, agroécosystèmes et cycles biogéochimiques

Nous avons présenté le champ théorique de l'écologie sociale qui va nous soutenir durant cette recherche, et nous sommes arrivés à la conclusion qu'au sein d'un système économique capitaliste, où les limites planétaires sont vouées à être dépassées, l'agriculture peut être un lieu d'expérimentation post-capitaliste. Parce que l'analyse d'une ferme est avant tout l'analyse d'un système à la fois écologique et humain, un écosystème dédié aux usages humains et modelé par ces derniers – qu'on peut également appeler anthrome (Ellis et Ramankutty, 2008) –, il nous faut désormais poser les bases théoriques nous permettant d'ouvrir la « boîte noire » (Tello et *al.*, 2016) qu'est la notion de système agricole. Nous allons

voir dans ce chapitre les spécificités des agroécosystèmes ainsi que les cycles biogéochimiques qui y sont associés. Puis nous nous pencherons sur les outils analytiques qui permettent de préciser la compréhension de ces systèmes complexes, pour enfin s'attarder sur les pratiques nécessaires au soutien de la régénération agroécosystémique. Notons que cette partie s'appuie beaucoup sur les recherches de diverses écoles hispaniques sur les agroécosystèmes et l'écologie sociale (école dite de Barcelone), qui offrent un point de vue quelque peu différent de l'école de Vienne.

2.3.1 Écosystèmes, agroécosystèmes : définitions

D'après *Le Petit Robert*, un écosystème naturel est une « unité écologique de base formée par le milieu (biotope) et les organismes qui y vivent (biocénose) ». Si on l'observe de façon métabolique, on peut voir que cette unité écologique est composée de divers flux de matière et d'énergie qui créent des liens entre le milieu et les organismes et qui découlent tous premièrement de la photosynthèse, c'est-à-dire de la transformation de l'énergie solaire en biomasse. Un écosystème est un système circulaire, mais ouvert sur l'énergie solaire grâce à la photosynthèse. Cette dernière permet de compenser l'entropie (dynamique de destruction de la matière et de l'énergie au fil des échanges qui constitue l'un des piliers de la théorie thermodynamique) par la production primaire nette (NPP) : le végétal, à travers l'absorption de l'énergie solaire, va créer de la biomasse, ce qui créera du surplus d'énergie pour les autres êtres vivants du système. On peut noter que dans le régime fossile, ce surplus d'énergie provient au contraire des flux d'extractifs fossiles. L'écosystème, lui, est un système interdépendant, complexe et autonome dans lequel la biomasse produite de façon « naturelle » (feuilles, bois, morts, humus...) va être réinvestie dans le sol à travers la vie organique des micro-organismes, pour devenir la matière première à partir de laquelle le cycle va redémarrer.

Pour décrire la biomasse, Haberl et al. (2014) parlent d'une monnaie écologique des écosystèmes, car elle est reliée aux flux d'énergie. Mayer et al. (2015) la décrivent quant à eux comme « *the sum of recent, non-fossil organic material of biological origin, i.e., derived from living (plants) or recently living organisms (e.g., meat)* » (p.8). Ainsi, nutriments et éléments chimiques vont être intégrés aux grands cycles naturels (on peut penser aux cycles de l'eau, du carbone, de l'azote, du phosphore, etc.) et rester dans le circuit des flux : l'écosystème permet une auto-maintenance grâce à des capacités d'auto-réparation, d'autoreproduction, ce qui lui donne une véritable autonomie. On a vu dans la partie sur les limites planétaires que la vision de la science a évolué pour dépasser l'image d'une nature immobile, constante et perpétuelle : un écosystème est susceptible vivre des déséquilibres, des évolutions et des réactions. Cependant, le propre d'un écosystème est d'être assez résilient pour absorber chocs et

changements sans que sa reproduction n'en soit paralysée. Cette résilience peut être liée à la biodiversité, que Guzman et de Molina (2015) posent comme mesure de la circularité des flux, et donc de résilience. Un système agricole est un écosystème dans le sens d'unité écologique, mais il s'agit d'un écosystème avant tout productif. En effet, au contraire du fonctionnement circulaire et autonome d'un écosystème, la particularité d'un métabolisme d'agroécosystème est qu'une partie des flux, notamment ceux de biomasse, est prélevée pour l'usage humain, qu'il s'agisse de consommation (récoltes), d'énergie (bois), ou de force de travail (animaux). On parle alors d'appropriation par les hommes d'une partie de la production primaire, qui peut être mesurée avec l'HANPP (Human Appropriation Net Primary Production), un outil développé par l'école d'écologie sociale de Vienne qui permet de quantifier la différence entre une production primaire nette (la biomasse créée par l'écosystème) potentielle (HANPPpot), celle de cet écosystème sans aucun prélèvement ni intervention humaine, et celle réelle non appropriée (HANPPact), une fois que les usages humains, tels que la récolte et la conversion des terres, ont été soustraits (Haberl et al., 2014). De ce fait, l'agroécosystème est par définition un système instable, hors équilibre, dont les cycles sont perturbés de façon assez intensive pour qu'il soit nécessaire d'importer dans le système un flux d'énergie externe supplémentaire à celui solaire pour le maintenir dans un certain état. Cela s'explique si l'on s'intéresse au concept de « fonds » agroécosystémiques (sur lequel nous reviendrons plus en détail au cours de ce chapitre) qui, selon Padro et al. (2019), permettent aux flux (mais également à de nombreux services écosystémiques) d'être produits et reproduits. Ces fonds correspondent à des entités dont nous avons déjà parlé (sols, biodiversité, paysage), et, contrairement aux stocks qui sont opposés dans l'école de Vienne aux flux (les stocks s'accumulant alors que les flux ne font que circuler), ils peuvent s'épuiser. Pour que ces fonds aient donc la capacité de générer les flux qui intéressent les besoins agricoles, c'est-à-dire une production primaire continue et pérenne, ils doivent être gérés et maintenus via un apport d'intrants, un investissement d'énergie, qu'il s'agisse d'engrais ou de force mécanique (labour).

2.3.2 Les outils de mesure du métabolisme : quantitatifs et multifactoriels

Le métabolisme social est donc un outil utilisé de plus en plus fréquemment dans le but de quantifier les flux de matière et d'énergie ainsi que leurs interactions avec les sociétés humaines. Il a été mis en application dans des analyses nationales, comparatives et historiques, mais également de plus en plus sur des systèmes socio-économiques à une échelle plus restreinte que les nations, par exemple des secteurs économiques spécifiques (mines) ou bien encore des villes ou des régions. Ainsi, on voit dans la littérature plusieurs cas d'études en milieux agricoles, ce qui a permis notamment d'établir la définition

des stades historiques agro-métaboliques que nous avons pu voir au chapitre 1. On parle alors de métabolisme agraire, appliqué à un agroécosystème. Ce genre d'étude a l'intérêt fondamental de démontrer les changements métaboliques dans le secteur premier (au sens de primaire mais aussi de primordial) de l'agriculture : on peut supposer que la manière dont mange une société en dit beaucoup sur le reste de son métabolisme.

Les outils de mesure quantitative qui sont utilisés pour définir le métabolisme social (ou bien encore rural ou urbain) de n'importe quelle entité (entreprise, région, nation) sont nombreux et peu uniformisés dans leur méthodologie. Parmi les principaux, on trouve ceux utilisés par l'école de Vienne (*material and energy flow accounting* - MEFA) et l'école de Barcelone (*Multi-Scale Integrated Analysis of Societal and Ecological Metabolism* - MuSIASEM), tous deux en capacité de produire des analyses globales (contrairement aux analyses énergétiques, ou aux cycles de vie, applicables sur un seul produit à la fois). Ces deux méthodes reflètent les bases théoriques des écoles qui les utilisent : l'école de Vienne observe le métabolisme par l'angle des stocks et des flux, permettant de définir les trajectoires matérielles et historiques des sociétés et d'observer comment ces dernières intègrent et digèrent les ressources. Cette approche, qui a le mérite d'être quantitative et reproductible, a été uniformisée et est utilisée désormais dans de nombreuses comptabilités nationales, offrant de plus en plus de données aux chercheurs. Cependant, pour notre étude, une limite du modèle de l'école de Vienne provient du fait que leur analyse flux-stocks est difficilement applicable aux agroécosystèmes puisque les flux de biomasse ne sont considérés qu'à partir de la récolte, et ce pour des raisons de calculs compréhensibles. Ainsi, le sol et les plants n'existent pas, ils sont partie intégrante de l'ensemble « nature », qui n'est pas étudié en tant que tel : les flux de biomasse créés par les dynamiques de photosynthèse ne sont analysés qu'une fois sortis du champ, leur origine et leur maintien ne sont pas questionnés.

L'école de Vienne, nous l'avons mentionné, porte un regard critique sur ses propres outils et fait état d'une amélioration constante dans sa prise en compte de différents facteurs. Comme nous l'avons vu pour les pratiques sociales précédemment, les chercheurs de l'école de Vienne ont ainsi développé la notion de colonisation afin de contrer cette limite. Nous y reviendrons prochainement, mais bien que le concept de colonisation soit pour le moment sous-utilisé (possiblement en raison de son potentiel polémique), l'écologie sociale viennoise en a tiré des outils d'analyse très pertinents, tels que l'HANPP ou le degré d'artificialisation. Si nous nous attacherons à définir et à utiliser ces outils dans les prochaines pages, il est toutefois nécessaire de nous tourner vers des concepts complémentaires. De son côté, l'école de Barcelone (Padro et *al.*, 2019) a exprimé et résolu cette limite notamment en réintégrant un concept clé historique, développé par Georgescu-Roegen (1979) à travers sa théorie thermodynamique

du processus économique : la notion de fonds, qui permet ainsi de compléter le modèle stock-flux, et qui permet de définir le rôle particulier du sol, notamment, en s'appuyant sur le principe d'autoreproduction du système (LaRota-Aguilera, et *al.*, 2022). Le concept de fonds permet une meilleure appréhension de la complexité du système, notamment agricole : en intégrant le sol et la biodiversité, le modèle d'analyse permet d'observer finement les interactions écosystémiques et d'améliorer la compréhension des impacts humains dessus.

2.3.3 Appliqué aux agroécosystèmes : le métabolisme agraire et ses outils analytiques transformateurs

Les outils précédemment cités sont utilisés dans les études sur les métabolismes ruraux, mais on trouve en majorité l'EROI (*Energy Returned On Energy Invested*) et l'HANPP (*Human appropriation of Net Primary Production*) dans les recherches spécifiquement agroécosystémiques (Gerber et Scheidel, 2018). « *Energy, materials, and information constantly enter exit and recirculate within agroecosystems, not only altering them but ultimately shaping the human-colonized territory* » (Aguilera, 2022, p.2). Le métabolisme agraire s'applique en effet aux agroécosystèmes, un espace unique car constitué comme continuum entre les unités agricoles et les écosystèmes naturels (Altieri et *al.*, 1987) ; il a donc ses spécificités et ses propres outils de mesure complémentaires, par exemple l'analyse des cycles du carbone et de l'azote (Aguilera et *al.*, 2018), mais il comporte également certaines limites. Nous parlons en effet de « boîte noire » des systèmes agricoles en introduction de ce chapitre et, pour reprendre le constat fait par Tello et *al.* (2016), le métabolisme social a pu rencontrer une limite dans la compréhension des agroécosystèmes en restreignant son analyse au calcul des flux intrants et sortants (*input/output*) d'une ferme et de la caractérisation de celle-ci en puits ou source d'énergie. En effet, ces types d'analyses sont nécessaires mais insuffisants pour permettre d'illustrer la complexité et les liens entre les cycles agroécologiques internes, créant une fameuse « boîte noire » autour de ces derniers. Nous allons donc nous attarder sur certains outils qui permettent de décortiquer les interactions au sein des agroécosystèmes.

2.3.3.1 Le *land cost*, une spatialisation des externalisations métaboliques

Dans une dimension agroécologique, le concept de « *land cost* » apporte à sa manière une compréhension fine des liens entre soutenabilité des écosystèmes et rapports sociaux. Nous l'avons mentionné précédemment, Guzman et de Molina (2009) démontrent que l'agriculture actuelle a invisibilisé son coût spatial (*land cost*, ou encore empreinte spatiale) en l'externalisant, via l'importation d'intrants externes (et souvent d'origine lointaine) et l'utilisation de machines et de combustibles dont la

production ou l'extraction ne sont pas intégrées à l'espace agricole (ce qui rappelle la propension intrinsèque au capitalisme à l'externalisation écologique et l'échange écologique inégal qui en découle). À l'opposé, les systèmes agraires traditionnels dépendaient en grande partie sur l'énergie solaire ainsi que sur les forces humaines et animales internes. Une partie de l'espace agricole était donc dédiée à la nourriture de cette force de travail, qu'il s'agisse de cultures ou d'espaces de pâturages. Ce « coût spatial » était intégré au fonctionnement global de la ferme, dans un équilibre avec d'autres fonctions (*land use*) telles que l'agroforesterie, des rotations de légumineuses, des jachères, etc., ce qui avait pour résultat de créer une diversité spatiale efficiente. De plus, l'utilisation de la force animale faisait émerger un système plurifonctionnel, car le bétail était tué pour nourrir les humains à la fin de sa vie, mais il participait aussi en grande partie à la fertilisation des champs (on repense ici à la rupture métabolique de Marx) en supplément, donc, de leur aide dans les travaux de champs.

Guzmán et de Molina (2009) comparent ce passé aux systèmes agricoles actuels, et particulièrement à l'agriculture biologique moderne, qui reproduit les monocultures conventionnelles et repose sur une fertilisation externe, ainsi que sur une mécanisation. La conscience du *land cost* et de sa nécessité pour créer des agroécosystèmes durables pourrait permettre au mouvement biologique de réintégrer les coûts spatiaux de sa production dans les espaces agricoles, augmentant la diversité spatiale et fonctionnelle de ces derniers, à la condition d'être soutenu dans cette internalisation des coûts écologiques, notamment financièrement pour compenser les conséquences de cette internalisation. Ce défi, car il s'agit bien d'un défi lorsque l'on parle de réinternaliser les contreparties d'une production, et donc d'augmenter considérablement les besoins spatiaux de chaque production, pourrait définir le futur de l'agriculture biologique et son expansion, qui reste souhaitable mais qui ne sera réalisable que par un effort de complexification des paysages. Guzman et de Molina (2015) reviennent sur ce sujet pour rappeler que malgré une potentielle solution résidant dans l'intensification agroécologique, qui permettrait d'augmenter la productivité tout en limitant le coût spatial grâce à une augmentation des cycles internes de biomasse, toute augmentation sera limitée spatialement.

2.3.3.2 EROI et biodiversité

Lorsque l'on parle d'outils analytiques permettant d'étudier les agroécosystèmes, il nous faut mentionner le plus utilisé en écologie sociale qu'est l'EROI, c'est-à-dire le calcul du taux de rendement énergétique (ou Energy Return On Investment). Cet outil de mesure quantitative est massivement utilisé en dehors des études agroécosystémiques : on pourra calculer l'EROI d'un combustible, d'une usine, etc. Après de nombreuses années où les prix bas et l'impression d'abondance des énergies fossiles minimisaient

l'importance d'un EROI fort dans les sociétés, cet outil est de plus en plus utilisé pour traiter les questions énergétiques, tout particulièrement dans un contexte de comparaison entre des énergies renouvelables et les combustibles fossiles dont les prix augmentent et l'accès se complexifie (Mulder et Hagens, 2008). Dans le cadre des systèmes agricoles, l'EROI permet d'observer le rapport entre l'énergie récoltée en termes de biomasse et l'énergie apportée à l'agroécosystème pour permettre la production de cette énergie finale que sont les récoltes. On retrouve l'utilisation de cet outil pour comparer par exemple les différents régimes agro-alimentaires que nous avons détaillés précédemment. Il permet alors de calculer de façon concrète si les systèmes agricoles sont une source d'énergie – lorsque l'EROI est fort, que la quantité d'énergie produite est supérieure à celle investie – ou un puits – ce qui arrive lorsque des intrants en grande quantité sont nécessaires pour une production donnée (Aguilera et *al.*, 2018 ; Guzmán et de Molina, 2015, Parcerisas et Dupras, 2018).

Mulder et Hagens (2008) démontrent que certaines limites de cet outil mathématique proviennent de la diversité des méthodologies de calcul, et notamment du fait qu'il n'y a pas de définition commune et claire du « *numerator (the energy produced) or the denominator (the energy consumed)* » (Mulder et *al.*, 2008), ce qui rend les comparaisons entre les études difficiles et les résultats, manipulables. Ces chercheurs ont tenté de créer une typologie des différents types d'EROI afin de rendre compte des différents facteurs parfois intégrés (facteurs non énergétiques, externalités, énergie indirecte qui est utilisée pour faire fonctionner la technologie intrinsèque à la forme d'énergie). Selon ce qui est intégré aux calculs, ces derniers sont de moins en moins précis tout en augmentant proportionnellement en inclusion, ce qui permet une analyse complète. Face à la critique d'un EROI classique incapable d'illustrer le fonctionnement agroécosystémique (Fraňková et Cattaneo, 2018), Tello et *al.* (2015) proposent différents types d'EROI combinés afin d'analyser la complexité des cycles internes d'énergie d'un agroécosystème, celui externe (biomasse produite / intrants externes, qu'il s'agisse d'énergie, de fertilisants ou de force humaine) et celui interne (biomasse produite / biomasse réutilisée, retournée intentionnellement à l'écosystème), des calculs repris et prolongés par Galán et *al.* (2016).

Si l'on se concentre donc sur l'analyse agroécosystémique, d'autres méthodologies ont été mises au point pour aller au-delà des questions de rendements, et pour prendre en compte les spécificités d'un métabolisme d'agroécosystème : l'ELIA (analyse intégrée énergie-paysage), par exemple, est un outil développé par Marull et *al.* (2019) afin d'incorporer dans l'étude d'un agroécosystème la structure du paysage et la notion d'information qui circule dans ce système. L'ELIA résulte de l'hypothèse que l'agriculture est une co-production avec la nature, où cette dernière continue de fonctionner via ses flux biophysiques, mais qui sont influencés par les intrants énergétiques externes apportés par les agriculteurs, rompant avec l'autoreproduction des écosystèmes naturels. Le but est de formuler le niveau

de circularité spatio-temporelle de la biomasse qui retourne à l'écosystème (pour sa reproduction) et la part linéaire de ces flux qui va être extraite en tant que récolte. Cet outil permet d'observer que l'industrialisation, par l'augmentation des déchets qui ne sont pas intégrés dans le cycle agricole et l'augmentation des intrants non renouvelables, fait baisser la circularité, la complexité et la diversité de l'agroécosystème, et donc sa résilience et son adaptabilité, par exemple aux changements climatiques (Marull et al., 2019).

On peut ici se permettre une rapide mise au point sur la notion de biodiversité : au-delà du rendement de production, la biodiversité est au cœur du métabolisme agroécosystémique. Non seulement elle est le moyen de mesurer le degré de circularité des flux dans un écosystème mais, de plus, les services que rendent les systèmes agricoles vont plus loin que le service productif qui nous importe économiquement. La régulation des cycles de nutriments, ceux de l'eau, le maintien de la richesse des paysages et des communautés écologiques, la régulation climatique ; tous ces services proviennent de fonds métaboliques en bonne santé. La biodiversité est ainsi centrale dans les pratiques agricoles alternatives qui s'appuient sur le fonctionnement des systèmes agraires traditionnels, car ce type de système agricole découle de faibles intrants externes, de hauts taux de recyclage interne et un système intégré, des pratiques qui augmentent toutes la biodiversité (Altieri et al., 2012). Ainsi, en intégrant la notion de biodiversité, l'EROI agroécosystémique imaginé par Guzman et De Molina (2015) permet de son côté, en plus de calculer le coût énergétique de la biomasse produite, d'analyser l'impact des pratiques agricoles sur les écosystèmes et ainsi d'étudier la durabilité des échanges énergétiques entre un système agricole et son environnement. En effet, ces chercheurs rappellent qu'il faut considérer l'énergie (et son coût) nécessaire à la production de biomasse, mais également celle qui est indispensable pour le maintien des services écosystémiques (qui permettent la production de biomasse, on l'a vu) : les EROIS agroécologiques calculent la productivité totale de l'agroécosystème, et non seulement la production « socialisée » (c'est-à-dire utilisée par les humains). Cet outil d'analyse permet ainsi d'aller plus loin que le simple calcul de rendement entre les intrants externes et la production finale, ou bien encore de prendre en compte l'importance des cycles de réutilisation interne de biomasse dans l'ensemble du processus métabolique : en précisant tous les types de flux (biomasse abandonnée, récoltée, réutilisée intentionnellement, stockée dans les arbres, etc.) et leurs usages, l'EROI agroécologique permet d'obtenir des informations sur l'utilisation des terres et la répartition de ces fonctions.

Un des EROI proposés est l'EROI agroécologique final, qui correspond à l'équation suivante : biomasse socialisée / intrants totaux consommés (soit les intrants externes, mais également la biomasse réutilisée, qu'elle soit intentionnellement réinvestie ou juste laissée par les humains). Ce que démontre la notion d'EROI agroécosystémique, c'est que selon les intrants que les agriculteurs apportent et leurs interventions, la qualité des services écosystémiques nécessaires au maintien du système agricole (« *fresh water, pollination, biological pest control, N fixation* », Galán et al., 2016, p.1) va varier. Cela nous

ramène à la notion de fonds : selon Guzman et De Molina (2015), les pratiques agricoles impactent ces fonds et leur capacité à produire les flux. Les intrants nécessaires pour maintenir les fonds ne sont pas interchangeables : des apports de biomasse, par exemple, n'ont pas la même qualité que des flux d'additifs synthétiques (Guzman et *al.*, 2015), ni que du capital technique (Galán et *al.*, 2016), et le fait que les fonctions écologiques soient remplacées par des intrants externes industriels fossiles entraîne entre autres une perte catastrophique de la fertilité des sols (Padro et *al.*, 2019).

Toutes ces formes d'EROI permettent de clarifier et de préciser le fait que lorsque l'EROI baisse (comme dans nos systèmes agricoles industrialisés), c'est également la biodiversité qui s'affaiblit, tandis que la reproduction des fonds devient elle aussi impossible. Ce type d'outils implique donc de poser les questions suivantes : quelles pratiques épuisent les fonds ? Lesquelles les maintiennent ? Nous allons donc désormais nous pencher sur cette thématique des fonds et leur reproduction permise par les pratiques agricoles.

2.4 Perspectives agroécosystémiques : une grille d'analyse métabolique

Le cheminement théorique autour de l'étude des cycles et des mécanismes biophysiques des agroécosystèmes mené dans le chapitre précédent nous permet de montrer qu'une précision de l'observation est possible et nécessaire. En effet, comme nous avons pu le voir dans la partie axée sur l'aspect socio-économique du métabolisme agraire, la définition d'un système agricole pérenne et soutenable à tous les niveaux nécessite le respect d'une double résilience : non seulement dans les processus socio-économiques mais également, et c'est notre sujet ici, dans les mécanismes biogéophysiques. Cette idée s'inscrit dans la conceptualisation déjà mentionnée de la double circularité de Giampietro (2019). Il est important de rappeler cette condition, afin de démontrer la pertinence de la construction d'une grille analytique métabolique dépassant les modèles quantitatifs classiques du métabolisme agraire que nous avons parcourus. La mise en place de la grille que nous allons présenter dans ce chapitre s'appuie donc sur deux notions qui peuvent sembler périphériques aux méthodologies métaboliques : les fonds et la colonisation. Ces concepts s'appuient pourtant sur une généalogie solide au sein du corpus théorique du métabolisme agraire, et sont reconnus pour posséder un potentiel analytique important, bien que peu exploité encore dans certains cas (Fischer-Kowalski et Erb, 2016, Couix, 2020).

Nous allons retracer les origines théoriques de ces notions, puis en proposer une application qui nous est propre à travers la mise en œuvre d'indicateurs concrets permettant de mesurer le degré de soutenabilité de l'agroécosystème, considéré ici comme la somme des interactions entre les usages

humains (ici les pratiques agricoles) et les processus naturels biophysiques spécifiques à la nature agronomique de cet écosystème. Nous ne ferons pas mention des calculs de rentabilité énergétique, du coût écologique ou de la mesure des intrants et extrants à proprement parler, bien que ces données soient primordiales. Leur présence quasi-automatique dans les recherches liées aux métabolismes agraires illustre leur légitimité théorique et ne sera pas développée dans notre projet, la proposition ici faite se présentant comme un apport méthodologique complémentaire à ces méthodes aguerries. Nous tenterons par la suite d'explicitier les étapes méthodologiques de construction de la grille d'analyse puis passerons à la présentation de celle-ci et de son potentiel analytique.

2.4.1 Les fonds, un ajout fondamental à la modélisation métabolique des agroécosystèmes

Tout d'abord, définissons ce que sont ces fonds dont nous faisons mention : ils correspondent d'après LaRota-Aguilera et son équipe (2022) à la fertilité du sol, au bétail et aux communautés travaillantes (*laboring communities*, nommées aussi « unités domestiques » chez Padro et *al.*, 2019), des fonds vivants qui nécessitent certaines conditions pour se maintenir et se reproduire. Ces fonds correspondent à des entités « dissipatives », c'est-à-dire qu'elles transforment les flux qui passent à travers elles, mais que ces entités se dégradent et nécessitent une reproduction constante (Guzman et *al.*, 2015). Les fonds, selon cette école de pensée, sont très liés à la soutenabilité des agroécosystèmes : « *dependence on external inputs, and overcoming this dependence entails this closure of internal loops of complex agroecosystems that give rise to new integrated agroecology territories* » (LaRota-Aguilera, et *al.*, 2022, p.7). Enfin, Lotas et Giampietro (2017) les définissent comme tels : « *funds, or the reproduction of production factors* » (p.2), en se basant sur la pensée formulée en des termes marxistes de Georgescu-Roegen.

En effet, Georgescu-Roegen est le premier à introduire cette notion dans la modélisation mathématique et thermodynamique du processus économique, ainsi que l'explique Couix (2020) dans son historique de la méthodologie de Georgescu-Roegen :

Second, the "fund" elements are the agents of the process that act upon the flow elements and control their transformation. Funds produce services, but they are not themselves transformed by the process. Formally, they are accounted for using a function of the cumulative amount of services rendered at time T. This category typically includes capital equipment K, human labor H, and land L. (Couix, 2020, p.5).

Dès ces premières définitions, la différence entre un stock et un fonds provient du fait que ce dernier nécessite d'être « maintenu » par des flux pour produire son service. On peut voir à travers ces différentes perspectives que les fonds sont associés à des concepts variables.

2.4.1.1 Des pratiques agricoles qui reproduisent la nature : les fonds et leur reproduction

Padro et *al.* (2019) rappellent l'entreprise théorique menée par Chayanov pour imaginer un modèle de « ferme reproductive ». Ils tentent de continuer ce travail en intégrant les éléments biophysiques (nature-nature) de l'écologie sociale en développant un nouvel outil appelé « *Sustainable Agro-ecological Farm Reproduction Analysis* » (SAFRA), et où les facteurs sociaux sont pris en compte à travers les aspects culturels (nature-people) et les conditions sociales (people-people). Selon Georgescu-Roegen, nous rappellent-ils, le but de l'agriculture n'est pas seulement la production de biomasse utile (ou socialisée) mais également la reproduction des fonds nécessaires aux processus de production. Or, ces fonds étant vivants, leur reproduction nécessite un apport de biomasse constant. L'analyse de différents scénarios de flux (et donc de modèles agroécologiques) dans la poursuite d'un équilibre optimal entre production alimentaire, fonctions écologiques, limites biophysiques et la biodiversité permet à Padro et *al.* (2019) de démontrer que le modèle agroécologique est ainsi un des plus performants pour à la fois fermer les cycles biophysiques qui régénèrent les fonds et améliorer le système alimentaire local.

En effet, ce modèle ajoute de la biodiversité dans l'espace agricole et oblige à rendre multifonctionnel le système agricole, à créer des synergies qui compensent la perte d'espace (*land cost*) lié à ces pratiques, notamment grâce à l'ajout de bosquets et forêts et à la réintégration du bétail dans les paysages agricoles, ou bien encore en diversifiant les usages de la biomasse cultivée (nourriture pour les hommes, pour le bétail, engrais verts...). Le modèle optimal trouvé permet de ne pas augmenter le coût spatial de plus de 14 % tout en permettant une reproduction minimale des trois fonds en même temps. Le fait d'étudier ces fonds permet d'observer que, pour maintenir le sol en bonne santé (un des fonds), il est nécessaire d'augmenter significativement le travail humain (pour intégrer de la biomasse dans le sol) si l'on se passe de bétail, ce qui pourrait permettre d'affiner les choix de pratiques agricoles : l'intensification agricole, qui sous-entend un fonds « sol » très sollicité, a des coûts soit spatiaux – pour pouvoir intégrer des rotations plus longues avec des engrais verts – soit humains – il faut gérer l'intégration de quantités massives de biomasse (Padro et *al.*, 2019).

On observe, dans le schéma exporté de Guzmán et de Molina (2015), les différences de maintenance des différents fonds :

Figure 2.1 Les flux énergétiques dans les agro-écosystèmes sous une gestion organique et industrielle, tirée de Guzman et de Molina (2015)

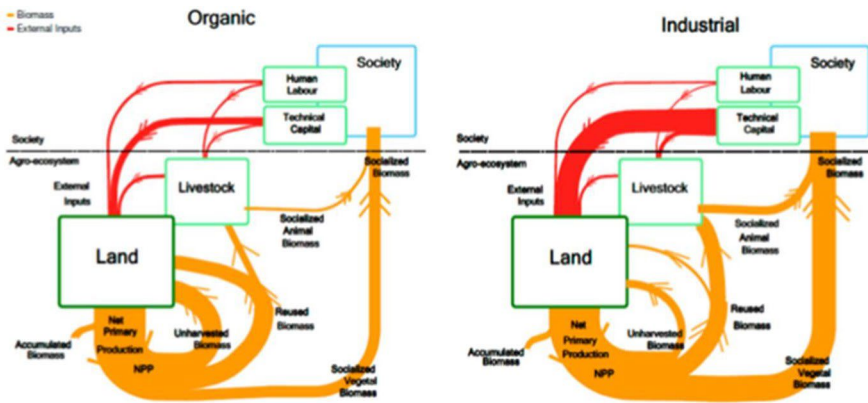


Figure 1. Energy flows in agro-ecosystems in organic and industrial management.

2.4.1.2 Une application sur le terrain : les sols vivants

Ces considérations font apparaître des informations très pratiques. On voit ainsi comment l'évolution des outils métaboliques et leur complexification permettent d'interpeller des enjeux cruciaux pour la soutenabilité des systèmes agricoles, tout en ayant un réel impact sur les pratiques concrètes des paysans-agriculteurs. Une application directe de ces outils théoriques se développe depuis les années 2010 à travers un courant américano-européen : les sols vivants (on peut notamment découvrir un corpus de contenus théorique et pratique en format vidéo sur Ver de terre Production (<https://www.verdeterreprod.fr/videos/>)).

L'objectif des groupes de travail et d'études (agriculteurs et ingénieurs) sur ce sujet est d'améliorer la vie du sol, et ce dans deux dimensions : fonctionnelle (structure, résilience, santé des cultures, productivité) et biocentrique (en soi, la diversité et la santé du sol). L'hypothèse de base se fixe sur la fonction du carbone organique dans le sol, qui est à la base de la vie microbienne du sol, car le carbone constitue un apport nutritif vital pour les organismes du sol (champignons, bactéries, nématodes, vers de terre...) qui, en participant à sa digestion globale et à son enrichissement en matière organique, deviennent les vecteurs d'un sol vivant et d'une production de biomasse améliorée (Moloto, 2009). Un sol qui contient une vie microbienne et un taux de matière organique suffisants va également être riche en nutriments et sera en mesure de les maintenir disponibles pour les plantes, grâce à sa restructuration du sol et à son aération. Le recentrage sur le carbone en dépit de l'azote ou des techniques mécaniques (labour) permet d'imaginer une agriculture productive limitant ses impacts sur l'ensemble de l'écosystème, un sol en

mauvaise santé entraînant la dévitalisation des terres due à l'érosion, la salinisation, le lessivage des nutriments, la nitrification des eaux souterraines, ainsi que l'eutrophisation des cours d'eau.

Au contraire, un sol (donc un fonds) en bonne santé va remplir des fonctions écosystémiques qui dépassent la production de biomasse agricole : le maintien de la qualité de l'air et de l'eau, ainsi que la séquestration de carbone atmosphérique (Moloto, 2009). Suite au constat (vérifié grâce aux outils métaboliques, mais également par les analyses classiques écologiques) que les sols cultivés par les pratiques contemporaines (travail du sol, mécanisation, monocultures, apports intensifs d'engrais, drainage, déforestation...) ont un taux de matière organique bas, une vie du sol faible, une productivité dépendante aux intrants et un impact environnemental très important (on estime à 15 % des émissions fossiles la part de l'agriculture en 2002 (Moloto, 2009)), l'objectif est alors de recréer un sol vivant, nutritif pour les plantes, sans carences ni saturé, qui peut être un puits de carbone.

De plus, les sols vivants apportent une focalisation importante sur les couverts végétaux (inertes ou vivants) afin de réduire les « sols à nu », qui détruisent également le sol et sa fertilité en maximisant l'évaporation, l'érosion, et la compaction. Les déséquilibres de nutriments sont une des raisons de la présence des mauvaises herbes (de leur vrai nom adventices), qui sont également vues comme des plantes bioindicatrices grâce auxquelles un bilan des sols peut être fait (Ducarf, 2008). Si on se penche sur les cycles et les réactions en chaîne qu'un fonds mal en point peut entraîner, on peut facilement observer l'apparition d'un cercle vicieux émanant de l'agriculture conventionnelle actuelle : les pratiques agricoles citées précédemment vont détériorer le sol, l'appauvrir, créant des carences ou bien des saturations (on pense à l'azote, au phosphore, dont les quantités synthétiques ont dépassé celles des cycles naturels planétaires, d'après Rockström et *al.*, 2009 et Wu et *al.*, 2016). Ces conséquences vont être à l'origine de l'apparition d'adventices de plus en plus résistantes qui vont nécessiter, pour leur contrôle, l'adoption de ces mêmes pratiques dévastatrices (l'utilisation croissante de désherbants chimiques) qui vont à leur tour augmenter la résistance des adventices...

Les pratiques de l'agriculture de conservation, quant à elles, cherchent à résoudre la problématique du sol à nu en créant, sur les zones de cultures, des paillasse faites de matière organique inerte ou vivante (l'usage d'engrais verts en amont, successifs, ou encore les pratiques de semis sur couvert végétal, qui correspondent à des successions de semis, dont les temps de croissance sont différents), afin de combler plusieurs objectifs (garder l'humidité, nourrir le sol, bloquer les mauvaises herbes). Dans le cadre des limites planétaires dépassées, des changements climatiques et de la crise de la biodiversité actuels, les apports écosystémiques tant internes à la production qu'externes dans le maintien des cycles naturels des sols vivants en font une pratique particulièrement pertinente. Deux écoles de pensée appuient les

travaux et les recherches pratiques sur les sols vivants : l'agriculture régénérative/de conservation et la captation de CO₂ dans le sol. On retrouve dans ces deux milieux théoriques toutes les pratiques agricoles énoncées comme positives pour les cycles biogéochimiques et les fonds en métabolisme agraire : le non-labour, le paillage et les cultures sous matière végétale, les amendements carbonés, les engrais verts et les rotations, les planches permanentes, l'apport de fumier, notamment (Moloto, 2009 ; West et Marland, 2002 ; Lal, 2011).

Qu'il s'agisse d'expérimentations, d'études métaboliques ou de recherches écologiques, les résultats rapportent que des pratiques agroécologiques qui rejoignent les pratiques agricoles traditionnelles génèrent davantage de biomasse, de biodiversité. Elles séquestrent aussi davantage de carbone et améliorent la fertilité des sols à long terme, pérennisant le maintien de services écosystémiques importants tant pour la production agricole qu'à l'échelle régionale (et mondiale). Les cycles biogéochimiques sont intrinsèquement liés aux pratiques agricoles, car perturbés ou respectés par ces dernières : on peut penser au cycle de l'eau (évaporation, lessivage, nitrification, eutrophisation...) comme au cycle du carbone (la séquestration du carbone atmosphérique par des pratiques régénératives pourrait atteindre 10 % des émissions anthropiques de l'année 1990 (Moloto, 2009)).

2.4.2 L'apport de la notion de colonisation, entre autonomie et domination

Il est intéressant de mentionner qu'au sein des textes fondateurs de l'écologie sociale de l'école de Vienne, une notion analytique a été portée au même niveau d'importance que celle du métabolisme social : la colonisation des écosystèmes (Fischer-Kowalski et Erb, 2016). Cette notion n'a pas été développée davantage depuis, bien qu'elle soit aux fondements de l'outil de l'HANPP. On peut facilement être convaincu de la portée politique et potentiellement polémique du mot, du fait de son poids historique et symbolique, peu questionné depuis son adoption par les sciences biologiques (à partir de la notion coloniale que l'on connaît tous) pour décrire les dynamiques d'invasion par des espèces et les conditions favorables ou non à l'implantation dans le nouvel écosystème de l'espèce (moyens de reproduction, adaptabilité des espèces) (Donahue et Lee, 2008). La réutilisation de ce mot dans son acceptation biologiste par l'écologie sociale démontre le besoin de préciser ses contours et d'apporter à cette notion un regard critique intégrant les théories post-colonialistes et extractivistes de l'économie politique (Pineault et *al.*, *à venir*, Ferdinand, 2019). En toute conscience de ses limitations actuelles, nous soulignerons seulement l'intérêt de cette notion pour analyser le degré d'artificialisation et d'ingérence humaine, qui ont pour but d'augmenter l'utilité tout en réduisant les capacités d'autonomie d'un écosystème donné en le plaçant dans un déséquilibre. L'HANPP, nous le répétons, est un excellent outil

pour mesurer le degré de colonisation métabolique d'un écosystème, bien qu'il bénéficierait d'un apport sociologique réflexif sur les rapports de domination et de pouvoir qui le sous-tendent, ce qui rejoindrait la notion de violence systémique effleurée dans la définition initiale de la colonisation de Fischer-Kowalski en 2016 (Pineault et *al.*, à venir).

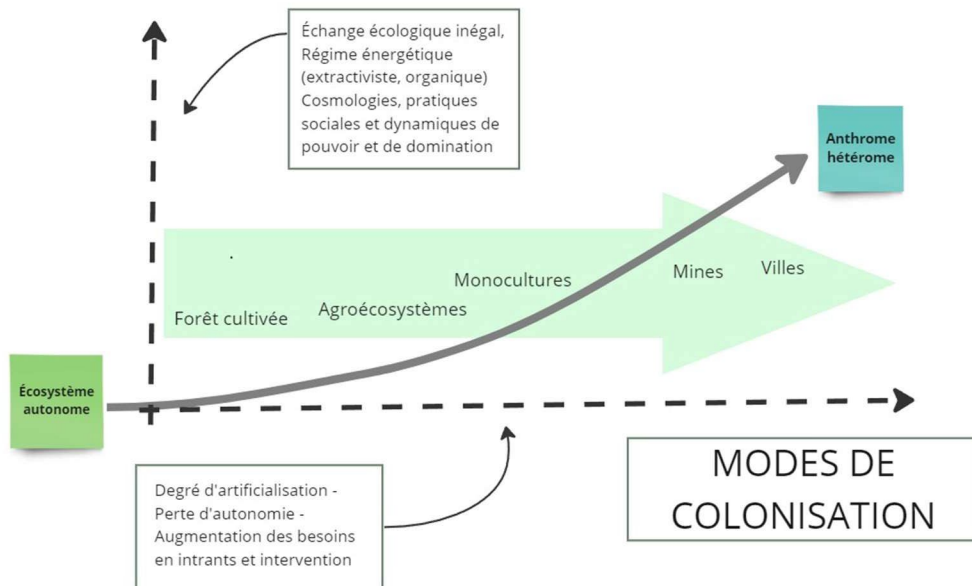
L'outil analytique de la colonisation en écologie sociale pourrait être une aide importante dans la compréhension des interactions entre les systèmes naturels et humains, et nous souhaitons l'utiliser dans la suite de ce mémoire. Pour ce faire, il nous semble important de situer notre approche critique vis-à-vis de la description fondatrice de cette notion, que l'on doit au texte de Fischer-Kowalski et *al.* (2016). Étant donné que la typologie des « systèmes naturels » proposée dans cet article ouvre les possibles analytiques du concept de colonisation jusqu'au niveau du génome, en passant par les organismes et les cellules, nous proposons de restreindre son application afin d'en rendre l'usage réaliste. L'objectif étant de rester dans une théorie pratique imbriquée dans celle du métabolisme social, nous limiterons donc le terrain d'étude aux écosystèmes terrestres. Notons que le degré d'artificialisation de l'écosystème nous semble être un indicateur approprié pour déterminer le niveau de colonisation. Néanmoins, dans une perspective de complémentarité, et afin de souligner la tension dans le fait de maintenir un écosystème « hybride » colonisé dans un état qui est « utile », il nous semble pertinent d'ajouter une autre dimension : la mesure de la quantité d'intrants énergétiques nécessaire à ce maintien, et dans la continuité de cette idée, son niveau d'autonomie.

La notion d'autonomie provient ici d'une adaptation de celle d'autonomie collective, originaire de Castoriadis, qui la décrit comme démocratique, révolutionnaire et auto-limitante, et permettant grâce à l'imagination de s'émanciper individuellement et collectivement d'un système qui ôte tout contrôle sur la vie matérielle (Wilgos, 2014), et reprise par Gorz, qui propose la réduction du temps de travail capitaliste afin d'augmenter l'autonomie des individus en leur redonnant un contrôle sur leur quotidien (Zin, 2007). L'autonomie devient centrale dans la pensée des autonomistes italiens, qui pousse l'idée de réappropriation des moyens de production et de reproduction par la classe ouvrière jusqu'à sa mise en œuvre politique. L'idée d'autonomie sera par la suite actualisée par la pensée écoféministe comme un des piliers de la reproductivité, c'est-à-dire une autonomie en collaboration avec la nature pour une reproduction sociale. On utilise ici cette idée d'autonomie créative, reproductive et collective dans le cadre des écosystèmes, reprenant le travail de transposition théorique de Pineault (2023). Enfin, il nous semble primordial d'utiliser les approches décolonialistes de l'écologie politique afin de construire un continuum typologique qui permettrait d'identifier un degré de colonisation. Ce continuum aurait ainsi comme valeur minimale un écosystème hybridé par des pratiques de plantation, de chasse et de

cueillette qui maintiennent néanmoins les capacités dudit écosystème à se reproduire dans une relative autonomie (on pense par exemple aux forêts « cultivées » d'Amérique du Nord par les communautés autochtones, comme illustration de l'importance de caractériser la colonisation comme « soutenable » ou « métabolique » dans la volonté de respecter l'histoire de ces peuples qui ont, eux, été colonisés de manière potentiellement génocidaire). À l'autre extrémité du continuum, nous pourrions trouver les anthromes des grandes mégalo-poles, où le degré d'artificialisation de l'ensemble des cycles biophysiques est à son maximum, créant une dépendance totale auprès d'intrants périphériques (et souvent mondialisés, donc repoussant sans cesse les frontières d'extraction) pour maintenir le système « ville » dans son équilibre actuel, illustrant l'extrême inverse d'un système autonome, une hétéronomie complète.

La mise en œuvre du concept de colonisation pourrait se baser sur une modélisation axiale, qui permettrait de positionner des modes de colonisation à la fois en fonction de mesures quantitatives métaboliques (HANPP, mesure de la quantité et de la qualité des intrants nécessaire au maintien du système naturel dans l'état colonisé, analyse de la diversité fonctionnelle des usages, diversité spatiale), et donc du degré d'artificialisation, et en fonction de modalités socio-politico-économiques qui soutiennent les différents types de colonisation, à travers une compréhension qualitative de ces facteurs (échange écologique inégal, régime énergétique – extractiviste, organique – cosmologies, pratiques sociales et dynamiques de pouvoir et de domination). On peut voir dans le schéma qui suit une proposition de cette modélisation axiale de la typologie des différents modes de colonisation :

Figure 2.2 Modélisation axiale de la typologie des modes de colonisation



2.4.3 Modélisation d'une grille d'analyse agroécosystémique

2.4.3.1 Tour d'horizon théorique et positionnement

Afin de bien cerner l'apport analytique des fonds dans notre modèle d'analyse, il est important de revenir sur quelques considérations initiales : lorsque Georgescu-Roegen introduit le concept de fonds dans son modèle des processus économiques, il le fait afin de se positionner contre une modélisation économique purement mécaniciste et formaliste (Georgescu-Roegen, 1979, Couix, 2020) de l'école néo-classique. Selon lui, la conceptualisation du processus économique sous une forme circulaire comprenant la production et la consommation, sans prise en compte des dynamiques thermodynamiques est irresponsable et théoriquement faux. Georgescu-Roegen propose au contraire une compréhension physique de ce processus, qui inclut la notion de temporalité, la prise en compte des flux biophysiques externes au cadre économique dans un système quasiment fermé⁶, et surtout l'application des lois thermodynamiques. Selon ces dernières, toute production d'énergie nécessite de la matière, et les flux (d'énergie et de matière) ne sont pas interchangeables ni stables au cours du processus économique, puisqu'ils se dégradent à cause de l'inévitable entropie. Ainsi, un flux d'énergie entrant dans un

⁶ Nous parlons ici du système terrestre, qui est selon Georgescu-Roegen fermé, et seulement « ouvert » au niveau du flux énergétique solaire

processus de production va avoir un taux d'énergie disponible et utilisable bien plus important que le flux d'énergie sortant du même processus. Ainsi, une fois l'objet ou le service consommé, le flux d'énergie aura la même quantité, mais sa qualité sera modifiée, son niveau d'entropie haut, cette énergie ne sera plus utilisable. De cette manière, Georgescu-Roegen explicite le fait que toute production est une dette envers les générations futures, puisqu'elle puise dans des réserves d'énergie disponible et utilisable finies. Il applique cette même démonstration aux flux de matière : entre une matière première et les déchets formés une fois le processus économique appliqué, les possibilités d'utilisation ne sont absolument pas similaires. Toute cette formalisation théorique permet à Georgescu-Roegen de se positionner contre le mythe de la croissance économique et de prôner au contraire une visée décroissante.

Nous l'avons mentionné, l'école de Barcelone s'est emparée de la notion de fonds pour notamment proposer des outils méthodologiques à même d'appréhender la multi-dimensionnalité des systèmes complexes socio-écologiques, tels que MuSIASEM. Bien qu'il ait le même objectif que ce que nous tentons d'élaborer dans cette recherche, soit « *how a given social system is constrained by the ecosystem in which it is embedded* » (Gerber et Scheidel, 2018, p. 8), et la même vision d'une reproduction sociale du métabolisme, nous n'utiliserons donc pas cet outil. En effet, la méthodologie et les applications de ce modèle analytique ne semblent pas correspondre à notre volonté de modélisation théorique, davantage empirique que permettant un réel modèle théorique applicable (Couix, 2020). De plus, dans les applications de l'outil MuSIASEM, un des fonds considérés est l'unité domestique, ce qui correspond pour les théoriciennes matérialistes féministes telles que Mies (1986) ou Federici (2019) à une naturalisation de la reproduction sociale, portée par la population féminine et celle des minorités, dont le travail est invisibilisé et exploité par des processus de violence, d'appropriation et d'exploitation. Nous nous dissociions de cette application, et nous ne garderons aux fins de cette recherche que le concept des fonds appliqué au sol et à la biodiversité, tels que proposé par Parcerisas et Dupras (2018).

2.4.3.2 Construction méthodologique des indicateurs agrosystémiques

En partant des deux concepts que nous avons présentés, la colonisation et les fonds, nous avons construit une proposition de grille analytique basée sur les mêmes objets d'étude : les écosystèmes, composés des sols et de la biodiversité. En nous appuyant sur les outils analytiques et les méthodologies décrits précédemment, nous avons établi différentes formes de variables, liés à divers types d'analyse (quantitative, fonctionnelle, qualitative), afin d'en tirer des indicateurs mesurables.

Le sol et la biodiversité sont ainsi étudiés par les mêmes outils méthodologiques, afin de démontrer l'imbrication des impacts sur la vie du sol et celle du biotope. À travers quatre variables, que sont le

degré d'artificialisation, le niveau d'autonomie, le mode de colonisation et la capacité de reproduction des fonds, cette grille a pour objectif de mesurer les impacts matériels, fonctionnels ou encore spatiaux des pratiques agricoles (considérées comme les principales pratiques sociales liées à notre objet d'étude que sont les agroécosystèmes). Ces pratiques se retrouvent dans les indicateurs liés aux variables énoncées : on y distingue le travail du sol, l'apport d'intrants (engrais, énergie, force physique), les récoltes, la multifonctionnalité, etc. Au sein de cette grille, les notions mobilisées précédemment sont réinvesties pour construire une observation systémique des répercussions des choix agronomiques sur le système naturel qui permet à l'agriculture de fonctionner :

- Le degré d'artificialisation est quantifié grâce aux flux intrants de capital, de travail, d'énergie et de matière nécessaires pour le maintien de l'agroécosystème dans son état productif, selon la méthodologie MEFA (Grešlová et *al.*, 2019). Il est également mesuré selon le degré d'appropriation humaine de la production primaire nette, grâce à l'outil que nous avons décrit, l'HANPP (Haberl et *al.*, 2014). Enfin, pour apprécier le degré d'artificialisation spécifique aux sols, une analyse qualitative du type de rapport au sol est nécessaire : selon qu'il est considéré comme un support à la production ou comme un écosystème vivant, les pratiques seront très diverses et auront de grandes incidences sur la capacité du sol non seulement à se régénérer mais aussi à fournir le milieu approprié à la production agricole ;
- Le niveau d'autonomie s'inscrit dans la définition que nous avons donnée plus haut de cette notion et les critères pour déterminer ce niveau sont autant quantitatifs que qualitatifs : la mesure du rapport entre espace sauvage (la part de l'agroécosystème où la biodiversité peut retrouver un niveau d'autonomie plus élevé) et espace agricole total, et de façon plus fonctionnelle, la diversité d'usages sur cet espace agricole global, à travers une catégorisation qualitative des diverses fonctionnalités (Marull et *al.*, 2019).
- Le mode de colonisation reprend les réflexions développées au début de ce chapitre, et s'appuie sur une typologie qualitative des rapports socio-écologiques de colonisation afin de replacer les pratiques agricoles étudiées dans les régimes métaboliques et ainsi démontrer leurs retombées sur l'agroécosystème (Pineault et *al.*, à venir). Cet indicateur rejoint, nous l'avons mentionné, le prisme socio-économique de la première grille que nous avons construit. Nous reviendrons en détail sur ces liens potentiels, en nous en tenant pour l'instant au constat d'une interrelation très importante entre le régime économique-métabolique et le choix des pratiques agricoles qui en découlent.

- La capacité de maintien et de reproduction des fonds synthétise les réflexions sur les fonds en termes métaboliques amenées au cours des dernières pages et s'appuie pour être mesurée sur l'outil final de calcul de Guzmán et González de Molina (2015) : l'EROI agroécologique, qui permet d'analyser plus finement les divers usages de la « biomasse socialisée » ainsi que les formes internes ou externes de circularité entre intrants et recyclage, grâce à des équations quantitatives et une typologie très fine des variables analysées.

Nous pouvons voir les résultats de cette construction analytique dans la grille ci-dessous :

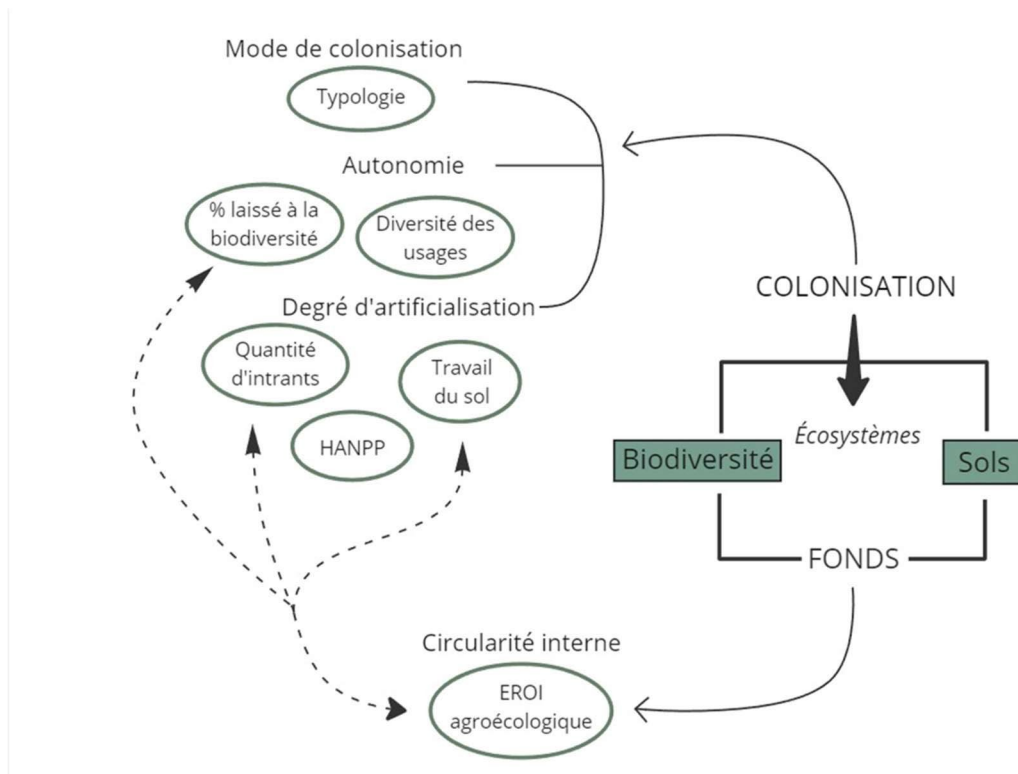
Tableau 2.3 Grille agroécosystémique d'un système agricole

| Colonisation et fonds | | | | |
|-----------------------|------------------------------------|----------------|---|---|
| Écosystèmes | Variable | Type d'analyse | Indicateurs | Méthodologie |
| Sol | Degré d'artificialisation | Quantitative | Quantité d'intrants et d'interventions | MEFA, KLEM (capital, travail, énergie, matières) |
| | | | Degré d'appropriation humaine | HANPP (Appropriation Humaine de la Production Primaire Nette) |
| | Qualitative | Travail du sol | Catégorisation selon les méthodes agricoles : labour, sol vivant, no-till | |
| | Niveau d'autonomie | Quantitative | Place laissée à la biodiversité | % d'espaces « sauvages » sur l'ensemble de l'espace agricole |
| Biodiversité | | Fonctionnelle | Diversité des usages (land use) | Catégorisation des usages et fonctionnalités |
| | Modes de colonisation | Qualitative | Typologie | Catégorisation socio-écologique du type de colonisation métabolique (résiliente, extractive, intensive, etc) |
| | Maintien et reproduction des fonds | Quantitative | Circularité interne des flux agroécosystémiques | EROI agroécologique (Agroecological final EROI = SB/TIC, où SB = Socialized Biomass et TIC = Total Inputs Consumed) |

2.4.3.3 Discussion sur les apports et limites

Il est important de noter que les terrains analysés (sols et biodiversité) étant déjà très interconnectés à travers différents processus naturels, il semble inévitable que les variables définies ainsi que les indicateurs soient interreliés. Ainsi, l'EROI agroécologique, considéré ici comme un outil pertinent pour mesurer le degré de circularité des flux internes à l'agroécosystème, rejoint les données extraites du degré d'intensité et d'autonomie. Nous reviendrons sur les liens possibles et l'intérêt de ces interactions pour une amélioration analytique des agroécosystèmes au cœur de la présente recherche, mais la modélisation suivante permet de visualiser ces liens :

Figure 2.3 Modélisation des liens entre facteurs d'analyse agroécologique



Ces liens sont nécessaires et ne sont pas synonymes de redondance ; au contraire, ils sont la preuve que différents indicateurs peuvent analyser un même objet et en tirer des conclusions complémentaires. Par ailleurs, les indicateurs proposés dans notre recherche le sont dans une volonté de combler les manques méthodologiques, et donc épistémologiques, qui résultent de calculs unifactoriels, tels que peuvent l'être les calculs de rentabilité énergétique, du coût écologique ou encore de la mesure de gaz à effet de serre (GES), pour sa part symbolique des études environnementales ancrées dans le paradigme d'économie environnementale orthodoxe. Cependant, il est à noter que ces différentes mesures auraient tout intérêt à être intégrées dans une analyse globale d'un système agroécologique.

Au fil de ce chapitre nous avons pu démontrer les lacunes théoriques des outils du métabolisme social et enrichir ces méthodologies grâce aux apports de concepts de l'écologie sociale mais également d'un ensemble de corpus théoriques varié. La construction en parallèle de deux grilles d'analyse a découlé d'un tour d'horizon des outils et concepts socio-économiques ainsi que agroécologiques, lui-même enrichi par une revue de littérature élargie et critique. En agencant nos deux grilles analytiques, nous avons pu faire une typologie des indicateurs socio-économiques d'un système agricole post-capitaliste ainsi qu'une modélisation des interactions métaboliques entre les indicateurs agroécologiques. Nos

résultats dans les deux cas s'illustrent à travers des grilles de lecture d'un système agrosociométrique. Après avoir établi les limites et les apports de ces tableaux, nous nous tournons vers une discussion autour des liens et interactions entre eux.

CHAPITRE 3

DISCUSSIONS

Nous avons, au fil des chapitres précédents, développé deux grilles d'analyse d'un agroécosystème, une sur les facteurs socio-économiques nécessaires à la construction d'un modèle agricole post-capitaliste, une autre sur les indicateurs biophysiques, essentiels pour une reproduction écosystémique. Ce travail de recherche s'appuie sur le besoin déterminant de mieux outiller les modèles agricoles alternatifs afin de s'extraire des verrous liés au régime capitaliste fossile et de proposer de nouvelles pratiques, tant agricoles que sociales. Une analyse holiste et pluridimensionnelle étant la première étape pour accéder à ce besoin, nous proposons à présent de mettre en lumière les liens et les interactions entre les deux grilles afin de mettre en place une matrice analytique permettant l'observation de rétroactions entre les dimensions écologiques et socio-économiques d'un système agricole. Nous procéderons par la suite à l'illustration des applications possibles de cette matrice, ainsi que des limites qui s'y trouvent, en nous appuyant sur l'exemple de notre terrain d'observation : la ferme des Hautes Herbes. La formalisation de cette matrice permettra par la suite une modélisation multifactorielle des systèmes agrosystémiques selon les différents régimes.

3.1 Conception d'une matrice analytique : liens et boucles de rétroactions

Il aurait été possible de s'intéresser à seulement un des aspects de l'analyse d'une ferme, mais le choix pluridimensionnel de ce mémoire provient de l'observation de nombreux liens existants entre les dimensions sociales et écologiques.

3.1.1 Les liens et interactions entre les deux grilles d'analyse

Nous pouvons tout d'abord revenir sur le concept de colonisation que nous avons présenté dans les chapitres sur les facteurs biophysiques : cette notion est au croisement des sciences sociales et naturelles, autant sur le plan méthodologique qu'épistémologique. En effet, l'analyse que permet ce concept en écologie sociale est autant écologique que socio-politique, comme on peut le voir dans la Figure 2.2, où l'axe de la colonisation est orienté par des facteurs de ces deux disciplines. Il est ainsi possible d'illustrer avec ce concept l'idée que le socio-politique influence les paramètres écologiques et inversement, dans une dialectique propre au rapport humain avec la nature (Haug, 2022). Non seulement la notion de

colonisation utilise autant des indicateurs propres aux sciences sociales (cosmologies, régime énergétique, etc.) qu'aux sciences naturelles (diversité spatiale, HANPP, etc.), mais elle provient d'un double transfert épistémologique que nous avons décrit précédemment et qui permet précisément l'imbrication de notions pluridisciplinaires entre elles : à travers les enjeux de pouvoir, de domination, il est autant possible d'observer la colonisation de nouveaux territoires par des végétaux que par des populations humaines. Ainsi, dans le cadre des modèles agricoles, il est par exemple possible et nécessaire de faire des liens entre la visée productiviste liée aux obligations d'exportations et le type d'appropriation de production primaire nette (ici, elle serait extractive et maximisée, sans prise en compte des besoins de reproduction écosystémique). Le modèle socio-politico-économique de l'entreprise agricole entraîne des décisions au niveau écologique qui s'alignent sur l'imaginaire et les impératifs de ce modèle.

Par ailleurs, nous pouvons associer la pluridimensionnalité du concept de colonisation à celui d'autonomie, dont l'étymologie scientifique démontre également sa pluridisciplinarité : lorsque l'autonomie des écosystèmes s'appuie sur des indicateurs socio-politiques de l'autonomie collective et révolutionnaire de penseurs tels que Castoriadis, Gorz et Mies, ou bien de mouvements politiques (les autonomistes italiens), il est difficile de ne pas voir les indicateurs de résilience, de reproductivité, de liberté comme des notions enrichies par ces sciences sociales.

Un autre exemple que nous pouvons exporter des liens entre les deux grilles d'analyse repose sur la notion de pratiques sociales : comme nous avons pu l'observer à travers la description des activités de la ferme des Hautes Herbes, les pratiques agricoles ont pour origine des pratiques sociales qui, comme nous l'avons précisé précédemment, sont formées par les habitudes, les normes et les visions collectives du monde. Ainsi, selon les représentations culturelles et les choix de pratiques sociales à l'intérieur du modèle agricole, le type d'agriculture choisi va entraîner des conséquences sur les actions agronomiques et dans un second temps sur l'agroécosystème.

Nous retrouvons ici les liens rendus visibles par Guzman et *al.* (2015) entre pratiques agricoles, périodes historiques et impacts sur la biodiversité :

Figure 3.1 Stratégies de management agricole à différentes époques selon leur contribution au renforcement de la biodiversité, tirée de Guzman et al. (2015)

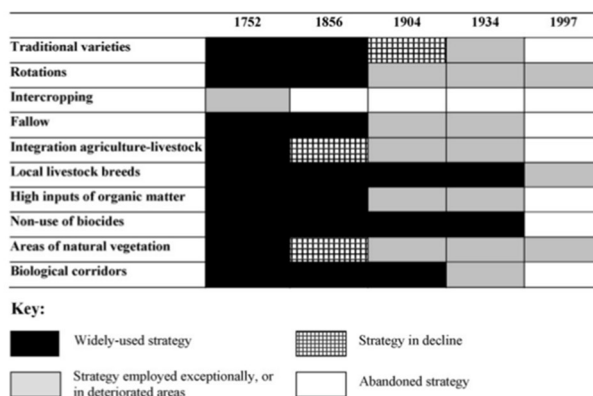


Fig. 2. Agricultural management strategies employed at the different points in time analyzed which contribute to strengthening biodiversity.

Enfin, il est important de remarquer à cette étape que les variables et les indicateurs, autant dans la grille socio-économique⁷ que celle agrométabolique⁸, se croisent et se recourent. L'intérêt derrière cela dépasse le risque de redite ou de chevauchement théorique : qu'il s'agisse des paramètres de biodiversité ou d'artificialisation, le fait d'analyser une même entité sous plusieurs lentilles théoriques, ou grâce à différents outils méthodologiques rend possible la mise en lumière de son aspect multifactoriel. Ainsi, l'autonomie des écosystèmes et la circularité interne des flux biophysiques peuvent être observés sous les angles des cycles d'éléments, de la biodiversité, de la multifonctionnalité agricole, etc. Et de façon similaire dans les critères socio-économiques, le degré de production hors marchandisation permet de préciser à la fois le degré d'autonomie interne des membres de la ferme que l'intensité des liens de proximité créés dans le territoire proche.

3.1.2 Les rétroactions d'une matrice interconnectée

Notre hypothèse développée au fil de la construction de cette matrice analytique et de la réflexion critique qui la sous-tend est la suivante : un modèle agricole posé comme intégrant une forme sociétale alternative au système capitaliste qui se construit aujourd'hui, en étant donc ancré dans le régime

⁷Tableau 2.2 Grille socio-économique d'un système agricole

⁸Tableau 2.4 Grille agroécosystémique d'un système agricole

capitaliste fossile, va être verrouillé dans des pratiques agricoles environnementalement négatives s’il ne s’inscrit pas dans un processus de socialisation hors-capitaliste avec son territoire.

C’est en effet une conclusion que l’on peut tirer de l’expérience de la coopérative des Hautes Herbes : lancée dans un territoire vide de liens de proximité avec les membres de la coopérative, cette tentative agricole, d’autant plus parce qu’elle était éloignée des lieux de vie de ses membres, n’avait que de très faibles chances de se maintenir dans un modèle socio-écologique porteur d’alternative. Dans cet exemple, le manque de relations non marchandes avec les acteurs lanadois, qu’il s’agisse d’autres entreprises, d’institutions ou d’individus, a participé à l’incapacité d’une coopérative (pourtant reconnue comme un modèle juridique plus pérenne que les autres) de perdurer au-delà de trois ans d’existence.

Au-delà de ces considérations concrètes, il est possible de supposer de nombreuses boucles de rétroactions tant positives que négatives entre les paramètres socio-économiques et les facteurs écologiques. On peut voir ainsi dans le tableau suivant une mise en relation entre des pratiques sociales agricoles et les limites planétaires (que nous pouvons considérer comme des « fonds externes », à maintenir de la même manière que les fonds « internes » mentionnés auparavant) :

Tableau 3.1 Liens entre pratiques sociales agricoles et limites planétaires

| Facteurs socio économiques / Limites planétaires | Circuits courts / Mondialisation | Autonomie / Dépendance à la marchandisation | Développement des savoirs low-tech / Mécanisation high-tech | Gestion commune / Propriété privée | Auto-limitation / Croissance |
|--|----------------------------------|---|---|------------------------------------|------------------------------|
| GES | X | | X | | X |
| Nouvelles entités | | X | X | X | X |
| Azote et Phosphore | | X | | | X |
| Biodiversité | | X | | | X |
| Changements d’usage des terres | X | | | X | X |

Le symbole « x » qui symbolise le lien entre une pratique sociale et une limite planétaire dans le tableau est neutre dans cette situation, puisque l’impact de l’une sur l’autre peut être autant positif que négatif, et il serait intéressant de renverser l’analyse en s’appuyant sur les aspects géo-écologiques afin d’observer leurs répercussions sur les indicateurs socioéconomiques.

Des cercles vertueux ou vicieux expliquent cette mise en relation, dont voici certains exemples :

Figure 3.2 Dynamiques de renforcement entre facteurs socio-économiques et enjeux écologiques

| DYNAMIQUES DE RENFORCEMENT ENTRE FACTEURS SOCIO-ÉCONOMIQUES ET ENJEUX ÉCOLOGIQUES | |
|---|--|
| CERCLES VERTUEUX : | |
| Circuits courts entre production et consommation → réduction des déplacements → baisse des émissions de GES et diversification des usages des terres | |
| Autonomie → transmission des savoirs ancestrés (ex : variétés les plus adaptées au climat) → production de semences locales → protection des variétés ancestrales et territoriales → protection de la biodiversité régionale | |
| Savoirs low-tech → auto-construction d'outils autonomes ou peu énergivores → réduction de la consommation de combustibles fossiles → baisse des émissions de GES | |
| Gestion commune → décision collective de la répartition des usages des terres selon les besoins des parties prenantes → diversification et protection des usages des terres | |
| Auto-limitation → établissement d'un seuil de productivité en corrélation avec la composition du sol → établissement d'un plan de fertilisation organique intégré à la couverture des sols avec engrais verts → réduction des parts de sol nu, augmentation de la vie du sol → amélioration de la capacité du sol à digérer les minéraux grâce à la vie microbiologique → réduction de l'érosion des sols et du ruissellement des minéraux fertilisants → réduction de la pollution des cours d'eau et régulation des flux biochimiques (azote et phosphore) | |
| CERCLES VICIEUX : | |
| Mondialisation → augmentation des distances → augmentation des émissions de GES et uniformisation des usages des terres | |
| Marchandisation → dépendance à des semences annuelles sélectionnées et améliorées → développement de nouvelles entités (OGM notamment) | |
| Mécanisation high-tech → dépendance à des machines et outils fabriqués via mondialisation et énergivores → augmentation des émissions de GES | |
| Propriété privée → variétés de semences mises sous brevet → modification génétique minimale pour augmenter les brevets → développement de nouvelles entités | |
| Croissance → développement de moyens pour une augmentation continue de la productivité → augmentation des amendements et du labour → augmentation de l'érosion des sols et du ruissellement des minéraux fertilisants → augmentation de la pollution des cours d'eau et dérèglements des flux biochimiques (azote et phosphore) | |

Les indicateurs socioéconomiques qui se trouvent au fondement de ces rétroactions correspondent, nous l'avons dit à des pratiques sociales. Cela implique qu'elles dépendent d'imaginaires collectifs, de régimes sociométaboliques (possiblement donc verrouillées par ces derniers) et qu'elles impliquent comme conséquences un certain type d'interactions sociales avec le vivant, dommageables ou bénéfiques. À travers cette schématisation assez sommaire, il est possible d'entrevoir les liens entre des pratiques sociales et la matérialité qu'elles produisent et reproduisent, permettant d'illustrer d'une autre façon le nexus stock-flux-pratiques. Il serait possible d'imaginer la modélisation de ces cercles vicieux ou vertueux avec l'outil du nexus, afin d'approfondir cette mise en relation.

3.1.3 Exemples d'application de la matrice analytique et limites

Pour conclure sur les possibilités d'application de cette matrice d'analyse plurifactorielle, il semblait intéressant d'utiliser comme illustration des exemples concrets tirés de l'expérience terrain de la coopérative des Hautes Herbes.

3.1.3.1 Le sol et ses conceptions

Nous prendrons tout d'abord comme exemple le sol : comme nous l'avons explicité, selon les pratiques socio-économiques qui dirigent la ferme et les représentations sur lesquelles ces pratiques se fondent, des pratiques agricoles se développent de façon très différente. Le sol peut ainsi être vu comme un support inerte à fonction mécanique (on peut penser à la « terre machine » ou « machine terrestre » de Carey, une notion reprise dans Haug (2022), pour démontrer l'évolution de la représentation du sol dans la pensée de Marx) ou comme un fonds vivant. Si le sol est considéré comme un support à la production agricole, qui doit seulement être amendé par les nutriments nécessaires au développement végétal optimal (on pense ici au célèbre NPK, la formule d'amendement généralisée contenant de l'azote, du potassium et du phosphore), alors cette représentation productiviste et utilitariste du sol entraînera les pratiques agronomiques que l'on connaît dans l'agro-industrie conventionnelle, qui mènent au constat de la pourtant très conventionnelle FAO selon lequel il resterait soixante récoltes avant la mort des sols (Francoeur, 2023).

Au sein de la coopérative, nous étions dans une oscillation entre ces deux représentations du sol : nos pratiques étaient à la fois (1) basées sur les conseils agricoles de Fortier (2012), qui promulgue un amendement intensif pour une production toute autant intensive, à base de compost et de fumier, et (2) inspirées des expérimentations du maraîchage sur sol vivant, dont nous avons détaillé précédemment les pratiques. Ces dernières, contrairement au maraîchage bio-intensif soutenu par Fortier, considèrent le sol

comme un organisme vivant, dont la vie microbienne est nécessaire tant pour la production de biomasse que pour le maintien d'un équilibre et d'une structure du sol à long terme. Au long des trois années, nous avons donc en majorité suivi les indications d'amendement en compost forestier ou marin et en fumier de poule (en granulés) calculées par Fortier et le Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec (CRAAQ). Cependant, nous avons, à chaque saison, exploré diverses pistes d'amélioration de la vie du sol et de sa fertilité, à travers des apports carbonés (feuilles mortes, engrais verts, luzerne, paillis divers) et des expérimentations en termes de cultures sur sol couvert (plantation de crucifères sur un parterre d'engrais verts, paillis en serre d'engrais verts fauchés).

Il semble important de mentionner que, comme précédemment indiqué dans le cas du compost induisant la destruction de tourbières, les apports en azote sont dans une immense majorité en provenance de fumier avicole d'élevage industriel, dont la forme granulée, efficace, condensée et séchée, est au centre du modèle de micro-ferme promue par le maraîchage bio-intensif. Il est en effet des plus efficaces en termes de fertilisation, et nous en avons fait usage à la ferme des Hautes Herbes pour la plupart de nos cultures. Néanmoins, si nous nous arrêtons un instant pour observer cette pratique à travers le prisme métabolique, elle ne semble faire aucun sens écologiquement. Pour maintenir une production au niveau nécessaire à la survie d'une ferme biologique dont les principes écologiques sont explicites, il nous faut perpétuer un système d'extraction et de destruction d'écosystèmes primordiaux dans la captation et la séquestration du carbone et riches d'une biodiversité unique que sont les tourbières. Il nous faut également financer la production de fumier à échelle industrielle dans des élevages dont les usages sont en dessous de toute norme minimale vis-à-vis du respect de la vie animale, une production qui s'insère parfaitement dans la machine agroalimentaire mondialisée et financiarisée, contre laquelle se positionne justement la ferme à échelle humaine que nous décrivons.

Observer les pratiques entourant la reproduction du sol agricole à travers le prisme de notre grille d'analyse agroécosystémique permet ainsi de déterminer que sur le terrain des Hautes Herbes, le sol était peu travaillé en profondeur (un passage à la charrue sur motoculteur en début de saison sur certaines planches, puis décompaction à la grelinette), sa déstructuration n'étant qu'au niveau superficiel mais potentiellement dommageable à cause de l'usage d'une herse rotative, un autre outil du motoculteur recommandé par Fortier pour finaliser la préparation des planches, mais qui désagrège les premiers centimètres du sol, le *topsoil*. En termes d'HANPP, au vu des pratiques décrites précédemment, une légère quantité de biomasse était laissée au sol ou restituée, mais la forme bio-intensive nécessite une optimisation de l'espace. Cette situation a été en partie contrebalancée par la plantation de planches mellifères et de vivaces aux pourtours de certains jardins, et de la plantation de fleurs sur les espaces

périphériques à la production, mais la portion de production primaire nette laissée à l'écosystème restait faible.

Du côté des intrants, on l'a vu, ils étaient en grande quantité mais d'origine extérieure à la ferme et industrielle. Le niveau de circularité interne serait donc pour notre exemple assez faible, bien que supérieur à celui d'un modèle agro-industriel. Enfin, la dimension de la colonisation sociale permet de constater un niveau d'autonomie écosystémique fragile due à une diversité des usages de la terre réduite (pluriculture maraîchère et introduction de vivaces, mais rares zones de bosquets ou de forêt, et un milieu de vie très minoritaire sur le terrain loué), un degré d'artificialisation faible en termes d'infrastructures, mais important quant au degré de travail pour maintenir les champs dans un état productif.

3.1.3.2 L'autonomie, entre autosuffisance et communauté

Pour prendre un second et dernier exemple, nous avons mentionné précédemment l'autonomie comme une des illustrations des liens inter et intra-grille : cet indicateur permet d'évaluer différents aspects de l'autonomie, qui rappellent la polysémie qu'on a pu y trouver au niveau théorique, à la fois liée à la liberté et à la reproduction. Dans la coopérative des Hautes Herbes, les deux niveaux d'autonomie (interne et en tant que communauté, voir grille socioéconomique), ont des degrés de réalisation très différents lorsqu'on les analyse à travers les indicateurs de notre grille.

Ainsi, la coopérative a grandement développé ses outils d'autogestion (prise de décision collective, équité organisationnelle et financière), correspondant aux attentes du modèle coopératif. Cependant, l'intégration de nouveaux membres dans la coopérative de travailleurs (qui est une des exigences du modèle juridique, où plus de 50 % des employés doivent être membres de la coopérative) a été un lieu de frictions et de résistance pour plusieurs des membres fondateurs. En effet, l'idée d'intégrer des nouvelles personnes entraînait la peur de rompre l'équilibre trouvé entre les quatre membres, et créait une source d'inquiétude quant à la perte de la liberté de décision que nous avions, étant à la fois les travailleurs, les gestionnaires et les administrateurs de l'entreprise. Bien que durant la dernière saison, une possibilité d'intégration ait été envisagée pour un des employés saisonniers, cette difficulté à ouvrir la coopérative à de nouveaux membres a contribué à la fragilisation de la structure à la suite du départ de deux des membres fondateurs et a ainsi participé à l'incapacité de la coopérative de perdurer dans le temps.

Par ailleurs, l'autonomie relève également de la capacité à être autosuffisant. Ainsi, de nombreux outils, machines et structures que la coopérative possédait provenait d'auto-construction. Qu'il s'agisse d'une cabane à outil, d'une chambre froide, de la serre, ou bien de différents items de gestion post-récolte des

légumes, l'équipe de la coopérative avait développé des compétences de construction et de réparation qui ont contribué à un haut niveau d'autonomie matérielle. Néanmoins, si l'on dépasse la notion d'auto-construction pour englober celle d'autosuffisance, nous avons démontré que les membres de la coopérative n'étaient en rien autosuffisants, qu'il s'agisse d'alimentation, d'habitat ou encore d'approvisionnement en matières premières agricoles (semences, engrais, combustibles). De nombreuses fermes s'investissent dans la recherche d'une autonomie en dehors de l'économie de marché, qu'il s'agisse de la subsistance des membres (autoproduction de produits laitiers, de protéines animales ou végétales, d'autres aliments pour compléter l'apport des légumes, habitat sur le terrain) ou de l'accessibilité des matériaux essentiels à la production. La nôtre ne s'est pas orientée vers cette recherche, et l'équipe est restée totalement dépendante de l'économie de marché et du salariat. Nous l'avons explicité, cette dépendance, bien qu'elle ait été volontairement construite dans la visée d'atteindre des niveaux de vie similaire à d'autres emplois salariés, a été un des facteurs de la grande précarité des membres de la ferme.

Enfin, on peut voir l'autonomie comme collective, et dans ce cadre-là, l'implication bénévole sur le terrain et financière (notamment lors de la campagne de financement collectif d'une partie du coût de la serre) dans la ferme des Hautes Herbes a été impressionnante : plus d'une centaine de contributeurs financiers, et des bénévoles hebdomadaires présentes à chaque saison. Cette implication a été primordiale dans la réussite des activités de la ferme (et a grandement contribué au plaisir d'y travailler), mais elle était en grande majorité d'origine urbaine, éloignée de la communauté locale de la ferme. Notre difficulté à créer des liens de proximité semble intrinsèquement associée au faible développement des échanges avec la communauté, à la fragilité des liens avec les individus qui auraient pu devenir des parties prenantes du projet. En conséquence, peu de communs ont été créés et l'ancrage de la ferme dans son territoire n'a pas été solide. Ainsi, ce faible ancrage social et local a empêché le développement d'une solution collective au verrou financier de l'achat de la terre, qui aurait pu trouver une solution dans des formes juridiques de commun foncier telles que les FUSA (fiducie d'utilité sociale et agricole). Cela rejoint notre hypothèse formulée au début de notre sous-partie sur les rétroactions : le processus de socialisation hors marchandisation n'a pas été un succès et il semble faire partie des raisons de la fragilité du projet.

3.1.3.3 Les limites du modèle analytique

Il nous semble nécessaire pour conclure cette partie de mettre en lumière les limites liées à notre construction de matrice analytique. Tout d'abord, les grilles ne contiennent pas de système de mesure

des indicateurs ni de pondération entre les différents indicateurs. Comme nous avons pu le démontrer dans le développement des exemples ci-dessus, l'évaluation reste très interprétative. Ce manque de paramètres de notation empêche de faire de ces grilles d'analyse une véritable matrice d'évaluation. Il n'est d'ailleurs pas certain que l'intérêt d'une notation chiffrée pour les indicateurs soit avéré. Cette matrice analytique pourrait de ce fait être simplement une grille théorique plurifactorielle permettant l'élaboration de questions pertinentes sur un système agricole et sa soutenabilité écologique et socio-économique. Il nous était par ailleurs impossible dans le cadre d'une maîtrise d'appliquer l'ensemble des indicateurs développés à l'exemple de la ferme des Hautes Herbes et ainsi, tester de façon approfondie le modèle d'analyse. Au lieu de permettre une analyse complète d'un cas, ce mémoire ne permet donc que l'utilisation partielle d'une expérience terrain pour illustrer l'application d'indicateurs. Cependant, la construction théorique et méthodologique d'une grille pluridimensionnelle est l'humble apport de ce travail de recherche et il a permis l'élaboration d'une modélisation théorique d'un agroécosystème sous le prisme du nexus stock-flux-pratiques, enrichi ici du concept de fonds.

3.2 Un nouveau Nexus

La matrice analytique dont la construction est le sujet de ce mémoire a permis l'ajout critique de deux éléments aux méthodes classiques du métabolisme social : les pratiques sociales, provenant des derniers apports de l'école de Vienne (Haberl et *al.*, 2021) et les fonds, un concept originaire de Georgescu-Roegen (1979) repris par l'école de Barcelone (Padro et *al.*, 2019). Ces apports, nous l'avons vu, ne sont pas en mesure dans le cadre de ce mémoire de maîtrise de proposer un outil d'analyse complet et pondéré. Cependant, ils permettent la conceptualisation d'un modèle théorique renouvelé, celui d'un nexus stock-flux-pratiques-fonds, adapté à la modélisation des agroécosystèmes dans une perspective holiste (Haug, 2022).

3.2.1 Présentation du nexus stock-flux-pratiques-fonds

3.2.1.1 Modèle théorique et apports

Un modèle théorique correspond à la projection d'une théorie via une représentation schématique des relations entre un ensemble de concepts définis (Willett, 1996). Ainsi,

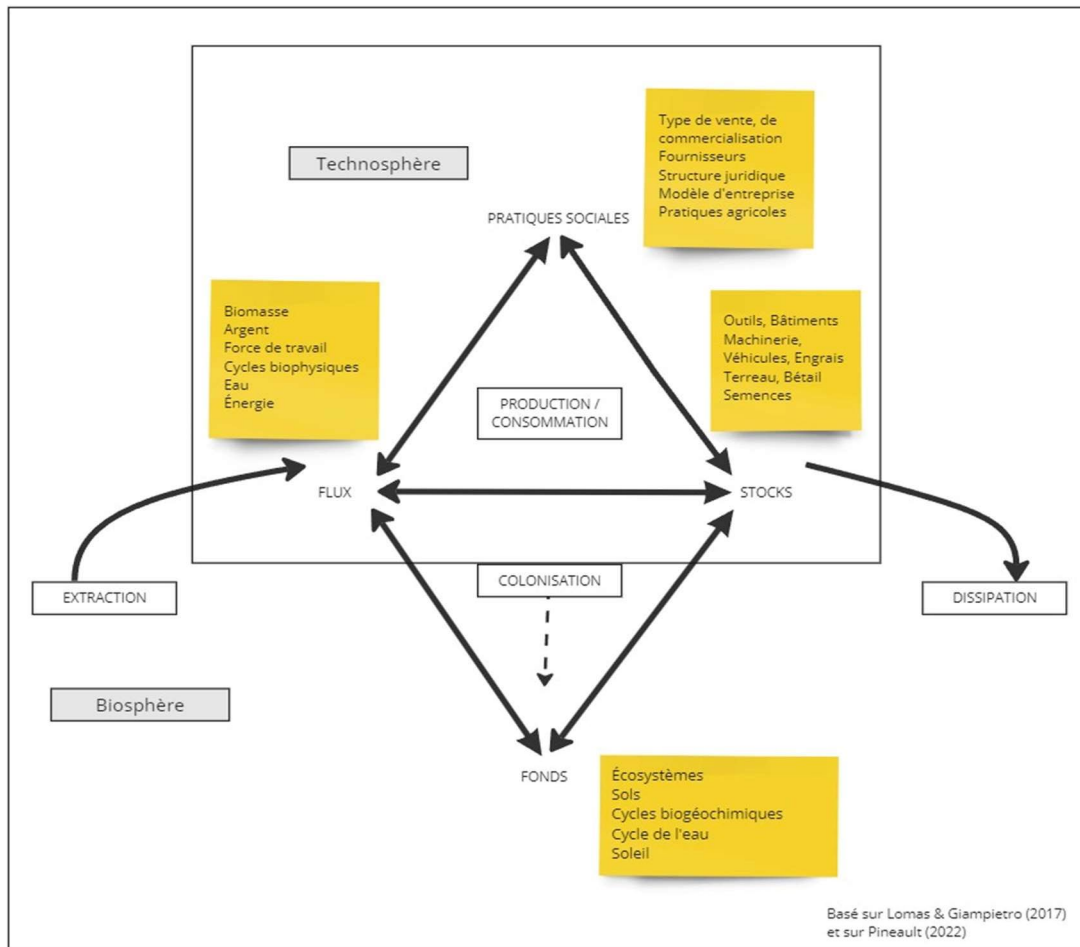
Le modèle, comme outil de description, de représentation et d'analyse, constitue donc un moyen de découvrir de nouvelles relations, d'établir de nouveaux faits, d'énoncer de nouvelles hypothèses, de définir des méthodes novatrices d'intervention, de corriger certaines erreurs ou insuffisances par rapport à la perception et à la compréhension d'une partie du réel. (Willett, 1996).

Les pratiques sociales étaient déjà présentes dans le nexus SFP défini par Haberl et *al.* (2021), mais en s'appuyant sur notre développement socio-économique des indicateurs de la frugalité, la soutenabilité, la convivialité et le pouvoir d'agir, cette notion s'amplifie au-delà de l'idée d'usage pour englober les notions de rapports de pouvoir, d'institutions, de régime socio-énergétique, d'imaginaires collectifs (Plank, 2020). Évidemment, un modèle théorique simplifiant la réalité, il n'est pas possible d'y retrouver la complexité des relations sociales et des pratiques collectives que nous avons déterminées au sein de la grille d'analyse socioéconomique.

Le concept de fonds est ajouté afin d'illustrer la réalité biophysique et écologique spécifique aux agroécosystèmes. Les fonds correspondent aux sols et à la biodiversité, qui jouent un rôle central dans l'équilibre des flux et sont en interaction constante avec les pratiques agricoles et les stocks verrouillés par ces dernières. Nous avons également enrichi le modèle du nexus SFP par la double circularité définie par Lomas et Giampietro (2017), qui ont introduit la notion de « circularité élargie » afin de dépasser la vision restreinte de la technosphère et intégrer les contraintes de la biosphère : le nexus agroécosystémique ne fonctionnerait pas sans l'apport de l'énergie primaire nette solaire, ni en dehors des cycles biogéochimiques planétaires. Dans la continuité de cet élargissement du prisme d'analyse, nous nous sommes inspirés de la prolongation du cycle production-consommation développée par Pineault (2023), qui ajoute à ce binôme les moments d'extraction et de dissipation, afin de compléter le processus économique de ses réalités biogéochimiques.

3.2.1.2 Présentation du nexus stock-flux-pratiques-fonds

Figure 3.3 Le Nexus stock-flux-pratiques-fonds



Nous allons utiliser ce modèle théorique pour comparer trois régimes agroécologiques : celui paysan de subsistance, celui industriel intensif fossilisé et celui correspondant au modèle de la coopérative des Hautes Herbes. Afin de mener cet exercice au plus près de la réalité québécoise, nous nous appuyons sur les chiffres déterminés dans l'étude de Parcerisas et Dupras (2018) pour les deux premiers régimes, et sur les chiffres de la ferme pour le troisième, lorsque cela est possible.

Grâce à cet outil de modélisation plurifactorielle qu'est le nexus, il nous sera possible d'observer autant les relations sociales de travail, les choix de commercialisation et d'approvisionnement, les modes de colonisation que les techniques de reproduction des sols. Bien qu'il s'agisse ici d'ébauches qu'il serait

déterminant d'approfondir, ces schématisations permettent de visualiser les différences matérielles et relationnelles entre les différents régimes agroécologiques.

Approfondir la dimension sociale de ce nexus, à travers des précisions au niveau du type de propriété, d'investissements, d'institutions soutenant les différents régimes, ainsi que les modes de relations au travail qui y sont liés, permettrait de développer la compréhension du rôle du système capitaliste dans les relations métaboliques et d'affiner la description des verrous qu'il crée dans les systèmes agricoles alternatifs.

3.2.2 Applications du nexus

3.2.2.1 Caractérisation des nexus et de leur régime

Afin de clarifier les caractéristiques qu'illustre et met en évidence la modélisation de type nexus stock-flux-pratiques-fonds, nous avons ici mis sous forme de tableau comparatif les principaux éléments qui définissent un régime agroécologique, selon le prisme des quatre angles du nexus.

Tableau 3.2 Comparatif entre les trois régimes agroécologiques

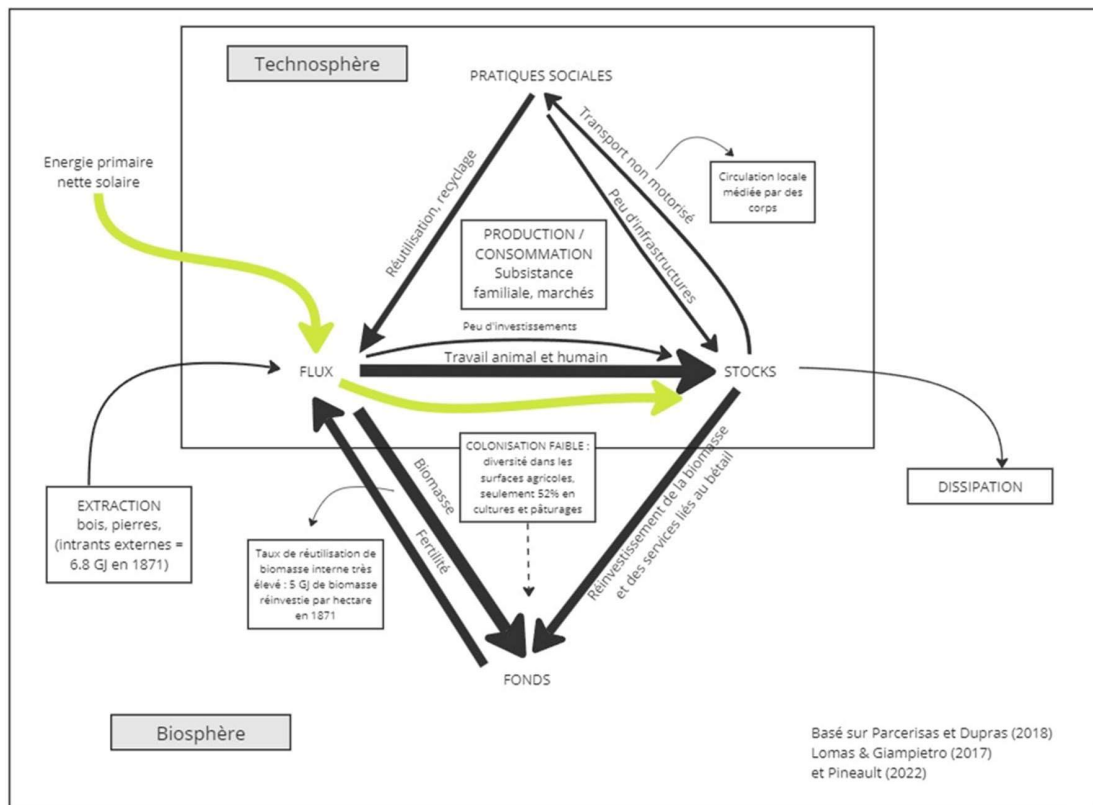
| <i>Régime</i> | <i>Intensité énergétique</i> | <i>État des fonds</i> | <i>Type de marché</i> | <i>Contraintes spatiales</i> | <i>Niveau de circularité</i> |
|--|--|---|---|---|---|
| Paysan de subsistance | Énergie solaire, limites biophysiques à l'intensité (travail humain et biomasse) | Santé des sols centrale et intégrée dans les pratiques, forte circulation interne de la matière organique | Subsistance familiale, échanges locaux | Polyculture, rotations, peu intensif, accès à des terres communes | Fort, recyclage des flux organiques internes |
| Fossile capitaliste | Énergies fossiles, intensité quasi illimitée à court terme (mécanisation, industrialisation) | Sol comme support amorphe, très appauvri et dépendant des intrants synthétiques pour productivité | Production dédiée à l'exportation mondialisée | Monocultures mécanisées sur terres privatisées, cultures extensives basées sur externalisation spatiale | Faible, linéarisation par extraction d'intrants externes et rejet de déchets et pollution, via des stocks |
| Bio-intensif sur petite surface | Énergies fossiles, intensité limitée socialement (mécanisation | Sol central dans fertilité à long terme mais pratiques de sols | Circuits courts, ancré dans capitalisme | Rotations successives, diversité des cultures, | Moyen, réduction des flux intrants et extrants mais |

| | | | | | |
|--|--|---|--------|---|----------------------------|
| | faible, travail humain, dépendance au pétrole) | vivants limitées par exigence de productivité | global | biodiversité recherchée mais intensification spatiale basée sur externalisation | peu de circulation interne |
|--|--|---|--------|---|----------------------------|

Nous allons à présent présenter les nexus des différents modèles agricoles, en fonction de ces régimes, en nous appuyant sur les éléments de ce tableau comparatif pour expliciter leurs grandes divergences agrosociométriques.

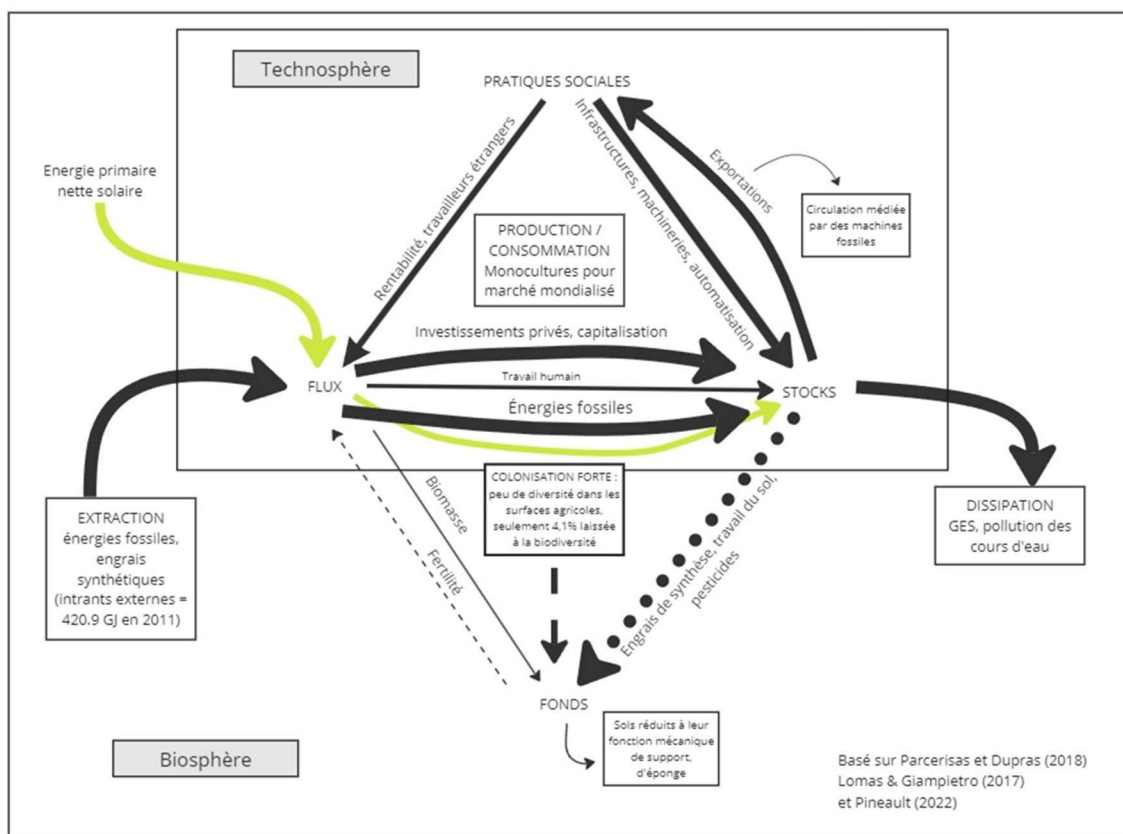
3.2.2.2 Présentation des modélisations des régimes agroécologiques

Figure 3.4 Le Nexus de l'agriculture paysanne de subsistance



Le régime agroécologique paysan de subsistance s'appuie sur des productions familiales à petite échelle, basées sur l'énergie solaire et la force de travail humaine et animale, ancrées sur des territoires où les échanges locaux sont importants et les distances limitées (Pineault, 2023). Les intrants extérieurs sont quasi inexistantes, et la polyculture permet des rotations et une circulation de la matière organique interne importante : les surfaces en pâturages sont fertilisées par les animaux et seront mises en production céréalière ou maraîchère la saison suivante, tous les déchets organiques sont réintégrés aux cycles du sol (Guzman et de Molina, 2009). Plusieurs espaces communs (forêts, champs communaux, bocages) sont en usage collectif et permettent une solidarité selon les besoins de chacun (Wood, 2009). Les échanges se font sur le mode du troc ou du marché, la subsistance familiale est la priorité.

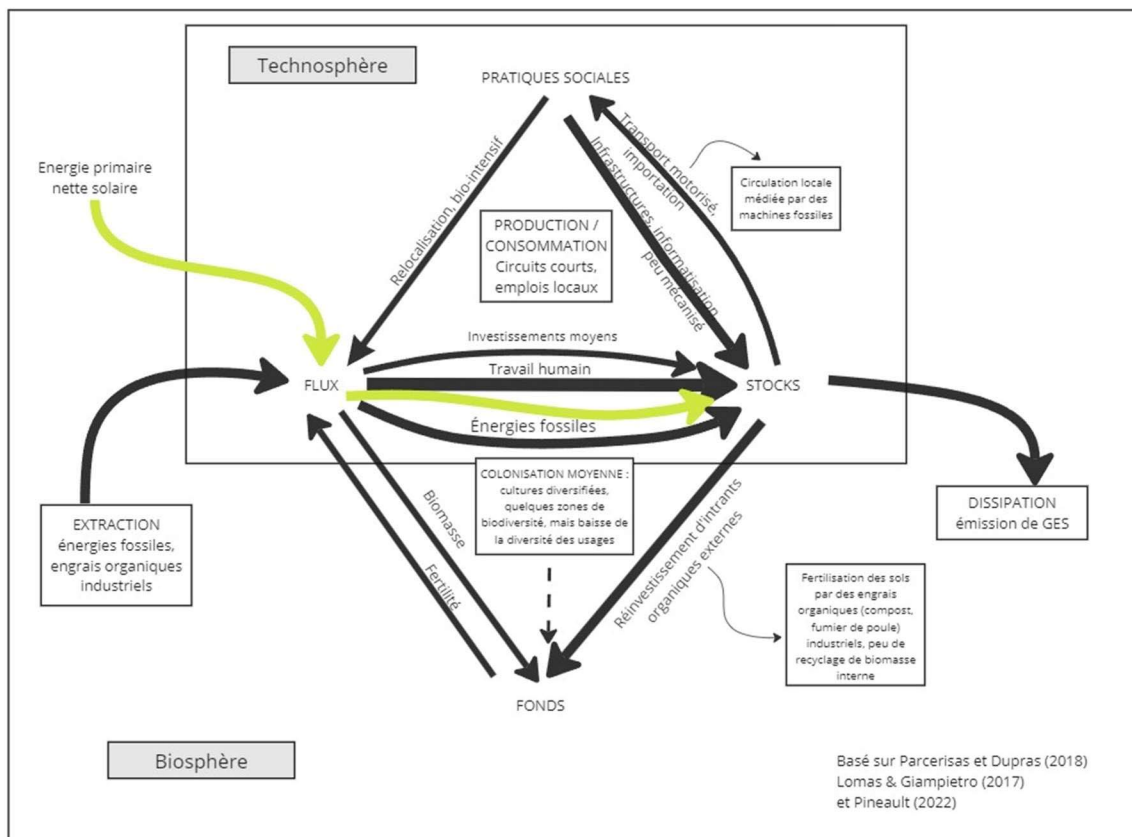
Figure 3.5 Le Nexus de l'agriculture industrielle fossile



Au contraire, le régime fossile capitaliste développe une agriculture industrielle à grande échelle, sur des terres privatisées et regroupées pour devenir des méga-exploitations mécanisées et en monoculture. L'agriculture de ce régime est basée sur une fertilité à court terme créée à partir de nombreux intrants

synthétiques apportés aux cultures, ainsi que de nombreux ajouts de pesticides (Kraussmann et Langthaler, 2019). Cette production, basée sur d'importants flux d'énergies fossiles (transport, machines, infrastructures) provenant d'importations, est dirigée vers le marché mondial, inscrite dans un système complexe de mise en marché et de commercialisation à travers de nombreux intermédiaires (Pineault, 2023). La terre agricole est devenue un produit financiarisé et sujet à la spéculation, les propriétaires ne sont plus les producteurs mais emploient des salariés précaires, et souvent étrangers, pour exploiter leurs terrains.

Figure 3.6 Le Nexus de l'agriculture biologique, peu mécanisée en circuit court



L'agriculture bio-intensive sur petite surface et en circuit court se veut proche du régime paysan mais s'inscrit dans le régime fossile capitaliste. C'est une agriculture peu mécanisée, où la force de travail humaine est essentielle pour la production, mais qui se base malgré tout sur des flux d'énergie fossile (transports, chauffage des serres, infrastructures légères). Des efforts sont effectués pour améliorer la santé des sols et augmenter leur fertilité, par des apports massifs de matière organique, cependant le

taux de recyclage organique interne est faible, le compost et autre fumier provenant du marché national (Fraňková et al., 2018). La mise en marché est en circuit court, et s'appuie sur des liens locaux plus ou moins développés : la production a pour but de nourrir le territoire, à travers des échanges marchands, où les consommateurs ont la possibilité de soutenir les producteurs. Souvent en location dans leurs premières années, les agriculteurs cherchent à devenir propriétaires malgré un marché foncier agricole inaccessible.

3.2.2.3 Linéarisation et nexus

La modélisation que nous venons de proposer, bien qu'imparfaite, symbolise à travers le transfert des flux métaboliques des fonds (dans le modèle agraire) vers les stocks (dans le modèle fossile) la linéarisation de la gestion des cycles naturels au fil des régimes socio-écologiques (Giampietro, 2019).

Ainsi, l'énergie et les matières médiées par les activités humaines dans le régime agraire proviennent de façon quasi-directe de l'environnement proche et s'inscrivent dans les cycles naturels (de l'eau, du carbone, de la biomasse) à travers un recyclage interne élevé. Au contraire, qu'il s'agisse du modèle agricole fossile ou de celui alternatif du maraîchage biologique du XXIème siècle, ces régimes socio-écologiques sont tous deux linéarisés par des flux importants de capitaux et d'énergies fossiles. Les flux financiers induisent l'orientation des investissements vers des stocks qui se doivent d'être rentables, verrouillant les cycles de matières et d'énergies dans des dynamiques d'extraction et de dissipation intensives et capitalisées. De leur côté, les flux d'énergies fossiles dilapident d'immenses quantités d'énergie solaire fossilisée en complexifiant les chaînes de transformation des matières et des autres formes d'énergie, et en augmentant la productivité des sols à court terme tout en détruisant leur fertilité. Cette linéarisation s'inscrit dans le paradigme de la double circularité de Giampietro (2019) et dans celui de la symbiose entre l'humain et son écosystème que sous-tend l'outil du métabolisme social. Elle peut correspondre à une rupture ou un déséquilibre métabolique, adressant de façon concomitante l'appauvrissement des sols (rupture écologique) et l'aliénation des travailleurs face à l'industrialisation de l'agriculture (rupture socio-économique) (Foster, 2000 ; Saito, 2021). Ces deux ruptures sont à la fois parallèles et fortement imbriquées, et ainsi pour Marx, « *“the human metabolism with nature” was a highly dynamic relationship, reflecting changes in the ways human beings mediated between nature and society through production* » (Foster, 1999, p.24). Le capitalisme est selon cette analyse la médiation qui linéarise les circularités et qui crée les déséquilibres métaboliques (Haug, 2022 ; Pineault, 2023).

À l'aune de ces constats, il est intéressant d'observer le cas de la ferme des Hautes Herbes, modèle donc dit alternatif, biologique, sur petite surface, en circuit court et peu mécanisé, et pourtant ancré et

verrouillé par le régime fossile industriel. Nous pouvons y retrouver les mêmes types de flux que dans le régime paysan de subsistance, avec une haute intensité de force de travail, un taux important de matière organique qui revient aux sols, et une faible intensité des flux d'énergie dans les déplacements nécessaires à la commercialisation. Néanmoins, nous pouvons également y constater une intensité élevée en termes d'énergie fossile et de flux de matières premières verrouillés dans des stocks, ainsi que dans des déplacements indirects (les circuits courts étant principalement existants pour la commercialisation des produits, mais quasi-inexistants quant aux matières premières, aux machines et aux véhicules nécessaires à ce modèle agricole). Il est également important de remarquer que le taux de circulation interne est faible, puisque la matière organique réinvestie dans les sols est importée depuis l'extérieur de l'agroécosystème.

Pour ce dernier modèle, il s'agit donc bien d'une réorientation des pratiques agricoles et des flux vers un modèle davantage paysan (les caractéristiques mentionnées précédemment étant symboliques des modèles agroécologiques de subsistance), mais qui reste enraciné dans un régime global fossile et capitaliste. Ce régime dit « *corporate* » et « *imperial* » (Plank et *al.*, 2020) verrouille le potentiel transformateur de ce modèle agricole : la dépendance aux énergies fossiles, aux exportations mondialisées et à la compétition mondialisée qui en résulte (Fraňková et *al.*, 2018) bloquent les capacités de résilience et de transfiguration que portent en germe les petites fermes paysannes actuelles (Wilson, 2015).

CONCLUSION

Une expérience terrain transformée en outil analytique

En découvrant le concept de métabolisme social et la notion périphérique de rupture métabolique, j'ai décelé des liens potentiels à tisser entre ce champ théorique et les champs dans lesquels je commençais tout juste à cultiver divers légumes. Mon expérience agricole s'enrichissant au fil des années, le souhait d'analyser ma ferme par le prisme de l'écologie sociale s'est transformé en une volonté d'amorcer la construction d'un outil analytique plurifactoriel agrosociométabolique qui permettrait non seulement d'analyser différents projets agricoles, mais qui apporterait un regard critique à la fois sur les outils métaboliques existants et sur les modèles agricoles dits alternatifs.

Ce mémoire s'appuie sur une expérience terrain afin d'étendre la réflexion sur les pratiques agricoles et les choix entrepreneuriaux au-delà des murs des fermes, tout en rendant possible une amélioration continue du travail paysan et de ses conditions. Mon implication universitaire s'est appuyée sur une volonté d'interdisciplinarité (limites planétaires, facteurs socio-économiques, notions agroécosystémiques, outils métaboliques) pour démontrer les liens entre un nécessaire déverrouillage du régime fossile capitaliste et la pérennité des modèles agroécologiques alternatifs.

Matrice analytique critique et modélisation théorique

Après avoir survolé l'état de l'agriculture actuel et ses différentes étapes au fil de l'histoire occidentale, et introduit quelques notions d'écologie sociale sur la relation nature-société, nous avons explicité le lien entre agriculture et capitalisme à travers une mise en perspective des différents régimes agrométaboliques et de leurs verrous correspondants. Par la suite, une description problématisée de mon expérience de participation observante au sein de la ferme coopérative Les Hautes Herbes nous a permis d'illustrer la confrontation des idéaux sous-jacents aux modèles agricoles alternatifs à la réalité des champs dans un régime fossile industriel capitaliste, et la mise en pratique des outils théoriques du métabolisme.

Afin de répondre aux manques théoriques soulevés et de tenter de déverrouiller les pratiques agricoles, nous avons construit ce mémoire sur l'élaboration en parallèle de deux grilles d'analyse complémentaires et interreliées. En imbriquant les écrits néo-marxistes sur l'incompatibilité structurelle du capitalisme et

de l'écologie avec les appels à réduire les impacts de notre système économique sur les limites planétaires, nous sommes arrivés à la conclusion d'un nécessaire ancrage des modèles agricoles alternatifs dans un projet sociétal post-capitaliste. En nous appuyant sur la richesse d'un corpus théorique pluridisciplinaire (agriculture soutenable, décroissance, métabolisme social, études rurales), nous avons pu définir des indicateurs socio-économiques appliqués à ce paradigme post-capitaliste afin de construire une première grille d'analyse socio-économique des agroécosystèmes.

Par la suite, la même logique (revue de littérature autour des outils et notions existants, apports critiques, construction de la grille analytique) a été appliquée sur les aspects agroécosystémiques et biogéologiques : après avoir parcouru les différents outils métaboliques généraux puis appliqués aux systèmes agricoles, et afin de dépasser la visée du rendement énergétique, nous avons présenté deux notions peu intégrées aux études métaboliques, les fonds et la colonisation. Grâce aux apports critiques de ces outils, nous avons établi une grille d'analyse associant la reproduction des fonds écologiques et biogéochimiques (cycles du carbone, de l'eau, de l'azote) à la biodiversité, avec pour objectif une vision intégrée et multiple des impacts des pratiques agricoles.

Les deux grilles construites, l'étape suivante a consisté à les imbriquer au sein d'une matrice analytique multifactorielle, permettant l'illustration des liens, des interactions et rétroactions entre les facteurs socio-économiques et ceux agroécosystémiques, notamment à travers des exemples tirés de la ferme Les Hautes Herbes. Cette matrice nous a permis par la suite de proposer une modélisation sans opérationnalisation des différents modèles agricoles, ancrés dans différents régimes agroécologiques, afin d'explicitier les différences entre le modèle paysan de subsistance, celui capitaliste fossile industriel et enfin, celui du terrain que nous avons expérimenté : celui bio-intensif sur petite surface. La modélisation permet ainsi une analyse comparative qui souligne les analogies entre les pratiques du modèle paysan et celui du bio-intensif actuel, tout en réaffirmant l'ancrage de ce dernier dans un régime fossile capitaliste et industriel. Cet ancrage induit inévitablement des verrous financiers, matériels et énergétiques qui infléchissent le métabolisme de ce modèle vers une linéarisation forcée, dû à la fois aux pratiques sociales et agricoles qu'au contexte mondialisé et compétitif.

À travers ce cheminement entre théorie et pratique, nous avons pu confirmer les hypothèses intuitives posées en début de ce mémoire (voir *Introduction, II – Question, objectifs et hypothèses de recherche*), à savoir :

1. « **Les pratiques agricoles alternatives et la mise en place d'une société post-capitaliste respectant les limites planétaires sont métaboliquement imbriquées** » : le capitalisme et ses verrous métaboliques étant aux racines des crises écologiques et climatiques, illustrées

notamment par le dépassement des limites planétaires, nous avons démontré la nécessité d'intégrer les systèmes agricoles porteurs de changement dans des rapports sociaux et économiques provenant des besoins et encastrés.

2. **« Il est possible de mesurer la présence, l'aggravation ou l'amélioration de déséquilibres métaboliques en développant un cadre d'analyse interreliant les facteurs socio-économiques et agrosystémiques »** : au vu des interactions très importantes entre les deux grilles analytiques et les boucles de rétroactions présentées, nous pouvons observer précisément les risques d'aggravation des déséquilibres ou au contraire les possibles rééquilibrages du métabolisme agroécosystémique, et adapter les pratiques agrosociologiques en fonction de ces informations.
3. **« Il existe un lien entre reproduction des conditions de vie écologique et celle sociale et collective »** : grâce à l'étude autoethnographique d'une expérience agricole concrète, il a été possible de déterminer une corrélation entre des pratiques agricoles bénéfiques à la résilience des écosystèmes et des pratiques sociales qui engendrent un réseau de solidarité de proximité hors marché. Ces constats nous ont d'ailleurs amené à poser une nouvelle hypothèse : la présence de pratiques sociales non capitalistes ancrées dans un territoire donné est une condition indirecte et pourtant nécessaire à la pérennité des pratiques agricoles résilientes. En effet, sans ces relations sociales de solidarité et d'interdépendance, un système agricole ne semble pas pouvoir survivre aux injonctions du régime fossile capitaliste sans sacrifier les pratiques agricoles qui soutiennent l'autoreproduction et la résilience des fonds écosystémiques (biodiversité, sols, cycles biogéochimiques).

La mise en perspective d'une expérience terrain qui dépassait le cadre de l'observation participante amène avec elle un nombre de défis, tels qu'une importante subjectivité, un prisme réduit basé sur une seule expérience et une possible propension à la généralisation à partir de faits vécus. Le choix de ne pas s'appuyer sur une étude comparative et seulement sur une expérience personnelle a permis de détailler en profondeur divers enjeux de la pratique agricole dite alternative, mais elle ne repose que sur une vision parcellaire et nécessairement biaisée.

Notre matrice analytique n'aura pas pu, dans le cadre de ce mémoire de maîtrise, être testée dans son ensemble avec l'application sur un cas : les implications de l'opérationnalisation de notre outil méthodologique n'ont pas été éprouvées dans le cadre de ce travail théorique. Il nous faudrait établir une méthodologie de mesure qualitative et/ou quantitative réaliste des indicateurs pour les deux grilles et déterminer de nombreux paramètres d'évaluation des interrelations entre les deux grilles. Il nous faut

assumer la potentielle impracticabilité de notre outil méthodologique tel qu'il est présenté dans ce mémoire, et reconnaître le besoin de recherches supplémentaires pour rendre cet outil opérationnel et utile pour la recherche appliquée. Le travail théorique et méthodologique effectué ici aura permis de défricher les multiples facteurs à prendre en compte dans une analyse agroécosystémique à visée transformatrice.

Au fil de ce mémoire, nous avons en effet pu délimiter des potentielles lacunes dans les outils théoriques du métabolisme social, du moins dans leur utilisation dans les principales études de ce champ théorique. Qu'il s'agisse de l'emploi quasi-systématique (et souvent unique) de l'EROI ou bien de la superficialité des indicateurs socio-économiques dans la plupart des recherches métaboliques (se limitant souvent à la force de travail et aux flux financiers), les analyses de systèmes agricoles se basent sur des visions unidimensionnelles. Grâce au support de l'expérience terrain des réalités agricoles et à une ouverture de la recherche à d'autres champs théoriques, nous avons pu développer une amorce de modélisation systémique socio-écologique des modèles agricoles, enrichissant le modèle du nexus stock-flux-pratiques existant. De plus, la remise au premier plan des notions de fonds et de colonisation ont permis de s'éloigner du paradigme du rendement énergétique qui domine actuellement les analyses métaboliques agraires, pour y intégrer les questions de biodiversité, de résilience écosystémique et d'autoreproduction écologique.

Enfin, nous avons dû abandonner l'idée de développer la notion de linéarisation du métabolisme et la rupture métabolique (ou déséquilibre métabolique) qui en découle (Foster, 2000 ; Giampietro, 2019 ; Haug, 2022) et d'approfondir les liens entre la circularité métabolique et un système agricole soutenable post-capitaliste. Nous avons pu cependant confirmer que la linéarisation des flux et de l'ensemble du schème métabolique (comprenant donc une dimension de rupture/déséquilibre métabolique, que l'on peut assimiler grossièrement au dépassement des limites planétaires) a pour origine le système capitaliste extractif fossile et son industrialisation colonisatrice. Nous utiliserons les dernières pages de ce travail théorique pour amorcer une réflexion sur l'implication de l'agriculture dans une dé-linéarisation tant écologique que socio-économique du métabolisme social actuel, afin d'esquisser des pistes théoriques et concrètes pour une re-circularisation agrosociométabolique.

Le territoire au cœur de la re-circularisation

Afin de remédier à la linéarisation due au régime fossile industriel émergent et rééquilibrer le métabolisme de la société du XIX^{ème} siècle, Marx propose à son époque la construction d'une autonomie sociétale hors de la logique du capitalisme, qui serait cependant permise par ce même

capitalisme, une autonomie qui serait l'équivalent d'une émancipation de la nature et du travail social nécessaire pour l'ensemble des classes sociales, par le maintien du système industriel productiviste durant la révolution communiste (Haug, 2022). Face à l'échec des tentatives de mise en œuvre de cette théorie, ainsi qu'aux limites qu'elle contient (le modèle industriel productivistefigure, communiste ou capitaliste, une fois observé métaboliquement, ne peut faire de sens pour un modèle sociétal futur compatible avec les limites planétaires) (Berlan, 2022), une tierce voie a été ouverte par les écrits écoféministes qui appellent à la reconstruction du lien au vivant, plaçant la subsistance (et notamment la paysannerie) comme élément central dans la « résolution de la rupture métabolique » (Haug, 2022 ; Pruvost, 2021 ; Mies, 1999).

On observe rapidement au sein du champ théorique préfiguratif qu'est l'écoféminisme la place centrale du paysan comme personnage révolutionnaire, rattaché à un territoire et ancré dans une interdépendance avec le tissu social local, que l'on retrouve depuis dans la philosophie du « vivant » (Morizot, 2020 ; Vidalou, 2017). La figure de paysan est en elle-même dialectique puisque ce dernier est littéralement ancré à une terre, dépendant d'un lieu, d'un écosystème, de liens de solidarité de proximité, tout en étant également celui qui coconstruit non seulement le paysage mais aussi le pays, il est celui qui l'habite, qui interagit avec lui, qui le défend comme étant partie de lui.

Si l'on se décentre de l'humain et donc du paysan, on voit se déployer le territoire qui se présente à travers de nombreuses modalités comme au cœur d'une « dé-linéarisation » du régime socio-écologique et donc d'une re-circularisation de celui-ci. En effet, le territoire est le lieu où les deux circularités (restreinte, socio-économique, et élargie, écosystémique) de Giampietro (2019) se croisent, l'endroit où l'on voit le mieux leur interdépendance à travers notamment la place de l'agriculture.

Cette re-circularisation, bien plus approfondie que la désormais galvaudée économie circulaire (Giampietro, 2019), peut se situer notamment entre les notions de :

- Relocalisation, contre l'externalisation des frontières extractives et dissipatives, et pour la réintégration des moyens de production et des forces productives dans des circuits courts ;
- Réautonomisation, tant naturelle (grâce à des écosystèmes décolonisés, mais également via des dynamiques biorégionales) que sociale (dans laquelle s'inscrit les processus de subsistance, de care et d'entresubsistance, Pruvost, 2021);
- Réappropriation, tant celle décoloniale des territoires autochtones par les populations autochtones, que collective des moyens de production et de reproduction, ou encore celle individuelle de notre rapport au monde et au travail ;

- Réencastrement, grâce aux liens de solidarité de proximité qui rompent l'hégémonie des rapports capitalistes et marchands, et qui permettraient une actualisation de la notion polanyienne face aux contextes climatiques et écologiques, où le réencastrement de l'économie se ferait non seulement au sein des liens sociaux mais également dans les relations au reste du vivant.

Le territoire, notion polysémique et vaste dans les champs sociologiques et géographiques, semble au carrefour des écosystèmes, des humains et des systèmes sociétaux et pourrait posséder un potentiel de déverrouillage du notre régime socio-écologique actuel, notamment au niveau des modèles agricoles. Par son enracinement dans un lieu, son imbrication entre des relations sociales de proximité, le territoire est également au cœur des luttes socio-environnementales qui soutiennent souvent les droits paysans et ceux du vivant (Vidalou, 2017).

Qu'il s'agisse de néoruralisme, d'écoféminisme ou bien de construction d'un nouveau rapport aux vivants, la bataille pour la délinéarisation des régimes socio-écologiques passera nécessairement par des luttes contre le modèle dominant, en parallèle de la construction de nouvelles alternatives. Tel que l'affirme Haug (2022), « *c'est en ce sens que la voie communiste peut renouer avec le projet écoféministe, plaçant l'autonomie de la production de la vie au centre de l'autonomie politique* » (p.558).

ANNEXE A

MISSION ET VISION DE LA FERME DES HAUTES HERBES

Image tirée du site internet www.leshautesherbes.ca



Texte tiré du Plan d'affaire de la Coop Les Hautes Herbes, déposé au cours de la demande de subvention STA (soutien au travailleur autonome) auprès de Services Québec en janvier 2020 :

La mission de l'entreprise :

Récolter

Offrir des produits biologiques fraîchement récoltés et diversifiés.

Épanouir

Offrir un environnement de travail enrichissant et démocratique visant l'épanouissement de ses travailleurs.

Équilibrer

Dans un souci d'équité, offrir à notre clientèle des produits à un prix juste, inclusif et équitable, respectant les efforts mis à leur production.

Engager

S'impliquer dans la communauté en valorisant et vulgarisant l'agriculture biologique à échelle humaine, respectueuse de l'environnement.

Innover et expérimenter

Chercher, développer et maîtriser de nouvelles techniques et technologies à la fine pointe en vue de devenir une référence dans notre secteur d'activité agricole.

Respecter

Permettre aux employés d'évoluer dans des conditions de travail saines. Respecter les limites de chaque personne, mais aussi celles sociétales et environnementales, dans une volonté de durabilité.

La vision de l'entreprise :

Notre vision d'entreprise est une communauté (particuliers et restaurateurs) nourrie localement, par des produits frais, biologiques, et des variétés populaires, mais également ancestrales et indigènes, tout au long de l'année, à travers des circuits courts qui permettent la création de liens forts entre les producteurs et les consommateurs.

Nous souhaitons être les représentants d'une nouvelle agriculture, en implantant des projets et techniques agricoles innovantes et écologiques, afin de réinventer la production maraîchère. Dans une visée pédagogique et écocitoyenne, nous allons communiquer et vulgariser à notre clientèle, les processus et les méthodes à travers lesquels les légumes passent pour se rendre dans leur assiette.

C'est dans un environnement sain et démocratique, en se donnant la forme juridique de coopérative de travailleurs, que nous souhaitons mettre en commun nos expertises complémentaires et ainsi faire avancer ce domaine d'activité.

Nous voulons que la ferme soit au service de sa communauté, de ses travailleurs et travailleuses et que ceux-ci soient à leur tour au service de celle-ci et de l'environnement.

ANNEXE B
INDICATEURS SOCIO-ÉCONOMIQUES

Tableau 1 : Les indicateurs de la frugalité

| Corpus théoriques | Reterritorialisation des flux financiers | Relocalisation de l'économie | Limitation collective |
|--------------------------|---|---|--|
| Décroissance | « local credit systems », Asara (2015) | « re-embedding the economy », « re-localization and self-reliance », « grassroots innovations and alternatives » (Asara, 2015) | « the democratic discussion of selective downscaling » (Asara, 2015) « reduction of working hours » pour accompagner la décroissance (Kallis, 2013) |
| Métabolisme | redistribution, crédits locaux (Ravera, 2014) dépendance aux aides financières institutionnelles (Smetschka, 2016) | « short food supply chains and farmers' markets » (Ravera, 2014) Agriculture soutenue par la communauté (Smetschka, 2016) | volonté de non-expansion : « Family farms do not primarily want to expand territory or profits » (Smetschka, 2016) |
| Agriculture | | groupes d'action ruraux citoyens pour développement rural (Milestad, 2011) « strong connection between [...] spatial and social closeness » (Milestad, 2010) circuits courts entraînent « revitalization of rural areas » (Mundler, 2016) économies locales permettent de « reverse rural-to-urban migration patterns » (Pretty, 2008) | |

Tableau 2 : Les indicateurs de la soutenabilité

| Corpus théoriques | Valeurs environnementales | Savoirs locaux et traditionnels | Innovation et résilience |
|--------------------------|---|--|---------------------------------|
| Décroissance | « degrowth connects with concepts such as the | | |

| | | | |
|-------------|--|--|---|
| | recognition and reparation of ecological debt, post-extractivism and Buen Vivir » (Asara, 2015) | | |
| Métabolisme | « to lower the current dependence on fossil-fuelled external inputs and enhance all types of ecosystem services provided by farm-associated biodiversity » (Marull, 2019) « in some respects with narratives of environmental protection » (Ravera, 2015) | « innovative enhancement of cultural knowledge kept by rural populations », « high local energy information » (Marull, 2019) « local sacred values » (Ravera, 2015) | |
| Agriculture | Circuits courts entraînent « adoption of sustainable agricultural practice » (Mundler, 2016) | « The village action groups valued the local and ecological knowledge that farmers held. » (Milestad, 2011) « make productive use of the knowledge and skills of farmers, thus improving their self-reliance » (Pretty, 2008) « farmers were motivated by seeing their neighbor's practices and sharing their experiences » (Tiwari, 2008) | « farms with innovations such as renewable energy production or on-farm food processing » (Milestad, 2011) « autonomy, the ability to innovate and the new learning opportunities » (Mundler, 2016) « human capital comprising leadership, ingenuity, management skills and capacity to innovate » (Pretty, 2008) « members [...] share their experiences about farming and the market price of their farm produce, discuss problems, explore new opportunities on farming, encourage women » (Tiwari, 2008) |

Tableau 3 : Les indicateurs de la convivialité

| Corpus théoriques | Autonomie | Bien-être et équité | Intensification des liens sociaux de proximité |
|--------------------------|--|---|---|
| Décroissance | « linking sustainability to equality, autonomy and | « an equitable downscaling of production and consumption that | |

| | | | |
|-------------|--|--|---|
| | cooperation » (Asara, 2015) | increases human well-being » (Asara, 2015) Salaire universel (Kallis, 2013) | |
| Métabolisme | the introduction of external industrial inputs [...] started to reduce the endogenous self-reproduction of agroecosystems, resulting in a loss of farmers' know-how and information » (Marull, 2019) | « By physically labouring the soil, sowing seeds, cultivating, harvesting and preparing food, UA mends individual rift by reengaging individuals with their own metabolism of the natural environment » (McClintock, 2010) « gender-equal » (Ravera, 2014) Temps personnel (Smetschka, 2016) | « embodied in new social organizations, new horizontal and vertical partnerships between institutions, and human capital comprising leadership, ingenuity, management skills and capacity to innovate » (Ravera, 2014) implication dans communauté avec typologie des temps « community time » (Smetschka, 2016) |
| Agriculture | « encouraging local processing and consumption » (Milestad, 2011) «pesticide reduction is to be expected, as farmers substitute pesticides by information » (Pretty, 2008) | « improve physical accessibility to local food in rural communities », « recognition », « fulfillment at work » (Mundler, 2016) « increased self-esteem, increased status of women » (Pretty, 2008) | projets multistakeholders, lieu collectif, identité locale (Milestad, 2011) « when a regional actor was successful others felt strengthened rather than threatened. Actors in the network felt connected to each other and had developed a 'we' feeling » (Milestad, 2010) « social cohesion. It is based on notions of coexistence, trust and a rapprochement between producers and consumer-citizens » (Mundler, 2016) « social capital, comprising relations of trust » (Pretty, 2008) appartenance à une communauté de pairs (Tiwari, 2008) |

Tableau 4 : Les indicateurs du pouvoir d'agir

| | | | | |
|---------------|-----------------------|-----------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Corpus | Repolitisation | et | Gestion collective des biens | Réappropriation des moyens |
|---------------|-----------------------|-----------|-------------------------------------|-----------------------------------|

| théoriques | démocratisation | communs | de production |
|--------------|--|--|---|
| Décroissance | <p>« The political motivation rests on a participatory and democratic organisational structure combined with collective legal ownership and collective benefit allocation mechanisms » (Asara, 2015)</p> <p>« degrowth advocates are proponents of direct democracy through open-end participatory and assembly processes » (Kallis, 2013)</p> | <p>« to secure the basic needs of people relying on new processes of commoning with low material throughput » (Asara, 2015)</p> <p>« a transformation towards decentralised, directly democratic and deliberative communities with a combination of state/representative and local/direct forms of governance » (Kallis, 2013)</p> | <p>« Non-capitalist grassroots economic practices including eco-communities, cooperatives, ethical banks, urban gardens, time banks and community currencies contribute to secure the basic needs of people relying on new processes of commoning with low material throughput » (Asara, 2015)</p> <p>« cooperative property structures » (Kallis, 2013)</p> |
| Métabolisme | | | <p>« A certain momentum develops, however, whereby these small-scale movements—occurring as an inchoate patchwork of local sites—evolve into a semi-coordinated force, spurred on by increasing public visibility and eventually, regional or national level support. » (McClintock, 2010)</p> <p>« cooperative management of productive resources at the village/community level may reduce vulnerability » (Ravera, 2014)</p> |
| Agriculture | <p>« Important reasons village action groups were formed were because the villagers had to fight to save the local school, the fire station or local grocery store. In all cases, the village action groups had managed to become a voice the municipality listened to » (Milestad, 2011)</p> | <p>« make productive use of people's collective capacities to work together to solve common agricultural and natural resource problems » (Pretty, 2008)</p> | <p>« the diversity of farms engaged in SFSCs (Short food supply chains), in terms of size and type of production, appears as a positive element in the rural and agricultural landscape where farms are continuously specializing, consolidating and growing » (Mundler, 2016)</p> |

RÉFÉRENCES

- Aguilera, E., Guzmán-Casado, G.I., Álvaro-Fuentes, J., Infante-Amate, J., García-Ruiz, R., Carranza-Gallego, G., Soto, D., González de Molina, M. (2018). A historical perspective on soil organic carbon in Mediterranean cropland (Spain, 1900–2008). *Sci. Total Environ.*, 621, 634–648.
- Altieri, M. A., Anderson, M. K., & Merrick, L. C. (1987). Peasant agriculture and the conservation of crop and wild plant resources. *Conservation Biology*, 1(1), 49–58.
- Altieri, M. A. (2009). Agroecology, small farms, and food sovereignty. *Monthly Review*, 61(3), 102–102. <https://doi.org/10.14452/MR-061-03-2009-07>
- Altieri, M. A., Funes-Monzote, F. R., & Petersen, P. (2012). Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. *Agronomy for Sustainable Development*, 32(1), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0065-6>
- Altieri, M. A. (1995, 2018). *Agroecology : the science of sustainable agriculture* (2e éd.). CRC Press. Retrieved 2022, from http://openurl.quebec.ca:9003/uqam?url_ver=Z39.88-2004&url_ctx_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:ctx&ctx_enc=info:ofi/enc:UTF-8&ctx_ver=Z39.88-2004&rft_id=info:sid/sfxit.com:azlist&sfx.ignore_date_threshold=1&rft.isbn=9780429495465
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020). Agroecology and the emergence of a post covid-19 agriculture. *Agriculture and Human Values*, 1-2, 1–2. <https://doi.org/10.1007/s10460-020-10043-7>
- Angus, I. (2018). *Face à l'Anthropocène. Le capitalisme fossile et la crise du système terrestre*. Montréal : Écosociété.
- Asara, V., Otero, I., Demaria, F. et Corbera, E. (2015). Socially sustainable degrowth as a social-ecological transformation: repoliticizing sustainability. *Sustainability Science*, 10(3), 375-384. doi: 10.1007/s11625-015-0321-9
- Beaucaire, K., Vivin, C., Dionne, M. et Pineault, É. (2022). Le métabolisme social. Un cadre d'analyse pour vivre collectivement à l'intérieur des capacités limites de la terre. *L'atelier d'Écologie Sociale du Capitalisme Avancé (ESCA)*. Université du Québec à Montréal. <https://esca.uqam.ca/wp-content/uploads/2022/03/Rapport-Metabolisme-Social-ESCA-2022-2.pdf>
- Belzile, B. (2003). *Le prix du quota : stop ou encore ?* Conférence du CRAAQ (Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec), 20 novembre 2003, Drummondville. https://www.agrireseau.net/bovinslaitiers/Documents/Belzile_.pdf
- Berlan, A. (2022). *Terre et liberté. La quête d'autonomie contre le fantasme de délivrance*. Éditions La Lenteur.

- Biesecker, A, Hofmeister, S. (2010). Focus: (Re)productivity: Sustainable relations both between society and nature and between the genders, *Ecological Economics*, Volume 69, Issue 8, 1703-1711, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.03.025>
- Billen, G., Aguilera, E., Einarsson, R., Garnier, J., Gingrich, S., Grizzetti, B., Lassaletta, L., Le Noë, J., Sanz-Cobena, A. (2021). Reshaping the European agro-food system and closing its nitrogen cycle: The potential of combining dietary change, agroecology, and circularity. *One Earth* 4 (6), 839–850. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.05.008>
- Bookchin, M. (2020, 2^e ed.). *L'écologie sociale. Penser la liberté au-delà de l'humain*. WildProject : Domaine sauvage.
- Brand, U., Muraca, B., Pineault, É., Sahakian, M., Schaffartzik, A., Novy, A., Streissler, C., Haberl, H., Asara, V., Dietz, K., et al. (2021). From Planetary to Societal Boundaries: An Argument for Collectively Defined Self-Limitation. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 17 (1), 264–291 DOI: 10.1080/15487733.2021.1940754.
- Brenner, R. (1985). The Agrarian Roots of European Capitalism. In T. Aston & C. Philpin (Eds.), *The Brenner Debate: Agrarian Class Structure and Economic Development in Pre-industrial Europe* (Past and Present Publications, pp. 213-328). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511562358.012.
- Carolan, M. S. (2006). Sustainable agriculture, science and the co-production of 'expert' knowledge : the value of interactional expertise. *Local Environment*, 11(4):421-431 DOI:10.1080/13549830600785571
- Carson, R. L. (1962). *Silent spring*. Boston, Mass.: Houghton Mifflin.
- Chaifetz, A., & Jagger, P. (2014). 40 years of dialogue on food sovereignty: a review and a look ahead. *Global Food Security*, 3(2), 85–91. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2014.04.002>
- Clark, B., & York, R. (2008). Rifts and shifts: getting to the root of environmental crises. *Monthly Review - New York-*, 60(6), 13–24.
- Cornu, P. et Delfosse, C. (2017). Marges géographiques, marges scientifiques ? Contribution ruraliste à une approche réflexive des enjeux théoriques et sociopolitiques de la territorialité. *Bulletin de l'association de géographes français* [En ligne], 94-3 | 2017, mis en ligne le 20 octobre 2018, consulté le 18 mai 2023. URL : <http://journals.openedition.org/bagf/2129> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/bagf.2129>
- Cortlett, R.T. (2015). The Anthropocene concept in ecology and conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 30, 36-41. doi:10.1016/j.tree.2014.10.007Z
- Couix, Q. (2020). Georgescu-Roegen's Flow-Fund Theory of Production in Retrospect. *Ecological Economics*, 176. doi: 10.1016/j.ecolecon.2020.106749.

- Couturier, E-L. Et Labrie, V. (2020). *Qui a accès à un revenu viable au Québec ? Note socioéconomique de l'IRIS*. https://iris-recherche.qc.ca/wp-content/uploads/2021/03/Acces_au_revenu_viable_WEB.pdf. Consulté le 5 mai 2023.
- D'Alisa, G., Demaria, F. et Kallis, G. (dir.) (2015). *Décroissance. Vocabulaire pour une nouvelle ère*. Québec : Écosociété
- Dardot, P. et Laval, C. (2014). *Commun. Essai sur la révolution au XXe siècle*. La Découverte : Paris.
- Deneault, A. (2019). *L'économie de la nature (Feuilleton théorique ; I)*. Lux éditeur : Montréal.
- Donahue, M. J. Et Lee, C. T. (2008). Colonization. *General Ecology*, p.672-678.
- Ducerf, G. (2008). *L'encyclopédie des plantes bio-indicatrices alimentaires et médicinales*. Éditions Promonature.
- Ekers, M. and Prudham, S. (2017). The Metabolism of Socioecological Fixes: Capital Switching, Spatial Fixes, and the Production of Nature. *Annals of the American Association of Geographers*, 107(6), pp. 1370–1388. doi: 10.1080/24694452.2017.1309962
- Ellis, E. C., & Ramankutty, N. (2008). Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(8), 439–447
- FAO. 2018. *Les 10 éléments de l'agroécologie. Guider la transition vers des systèmes alimentaires et agricoles durables*. Rome. <https://www.fao.org/publications/card/en/c/I9037FR>
- FAO. 2021. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture – Systems at breaking point. *Synthesis report 2021*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb7654en>
- Federici, S. (2019). *Re-enchanting the world : feminism and the politics of the Commons*. Oakland : PM Press.
- Ferdinand, M. (2019). *Une écologie décoloniale – Penser l'écologie depuis le monde caribéen*. Editions Seuil.
- Ferguson, R. S., & Lovell, S. T. (2014). Permaculture for agroecology: design, movement, practice, and worldview. a review. *Agronomy for Sustainable Development : Official Journal of the Institut National De La Recherche Agronomique (Inra)*, 34(2), 251–274. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0181-6>
- Fischbach, F. (2022, 8 mai). *La rupture écologique comme décrochage historico-temporel*. Colloque de l'Atelier d'Écologie sociale et du capitalisme avancé (ESCA), Montréal, Québec.
- Fischer-Kowalski, M et Erb, K-H. (2016). Core Concepts and Heuristics, Dans Haberl, H., Fischer-Kowalski, M., Krausmann, F., Winiwarter, V. (eds.), *Social Ecology : Society-Nature Relations across Time and Space, Human-Environment Interactions 5*, chap. 2, p.29-61.

- Fortier, J-M. (2012). *Le jardinier-maraîcher*. Écosociété : Montréal.
- Foster, J.B. (1999). Marx's Theory of Metabolic Rift: Classical Foundations for Environmental Sociology. *American Journal of Sociology*, 105(2), 366-405. doi:10.1086/210315
- Foster, J.B. and Magdoff, F. (2000). Liebig, Marx, and the depletion of soil fertility: relevance for today's agriculture. In: F. Magdoff, J.B. Foster, and F.H. Buttel, eds. *Hungry for profit: the agribusiness threat to farmers, food, and the environment*. New York: *Monthly Review Press*, pp. 43–60
- Francoeur, J. (2023). *Sortir du rang. La place des femmes en agriculture*. Montréal : Les éditions du remue-ménage.
- Fraňková E. and Cattaneo, C. (2018). Organic Farming in the Past and Today: Sociometabolic Perspective on a Central European Case Study. *Regional Environmental Change*, 18(4), pp. 951–963. doi: 10.1007/s10113-016-1099-8.
- Friedmann, H., McMichael, P., (1989). Agriculture and the State system : The rise and decline of national agricultures, 1870 to the present. *Sociologia Ruralis*, 29, 93–117. <https://doi:10.1111/j.1467-9523.1989.tb00360.x>
- Funtowicz, S. O. and Ravetz, J. R. (1993). Science for the post-normal age. *Futures*, 25:7, 739-755.
- Galán, E., Padró, R., Marco, I., Tello, E., Cunfer, G., Guzmán, G.I., González de Molina, M., Krausmann, F., Gingrich, S., Sacristán, V., Moreno-Delgado, D. (2016). Widening the analysis of Energy Return on Investment (EROI) in agro-ecosystems: Socio-ecological transitions to industrialized farm systems (the Vallès County, Catalonia, c.1860 and 1999). *Ecological Modelling*, 336 13–25. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2016.05.012>
- Georgescu-Roegen, N. (1979). *La décroissance : entropie, écologie, économie*, (2e éd.), 1995. Paris : Éditions Sang de la terre.
- Gerber, J.-F., Scheidel, A., (2018). In search of substantive economics: comparing today's two major socio-metabolic approaches to the economy – MEFA and MuSIASEM. *Ecological Economics*, 144, 186–194. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.08.012>
- Gersmehl, P. J. (1978). No-till farming: the regional applicability of a revolutionary agricultural technology. *Geographical Review*, 68(1), 66–79.
- Giampietro, M. (2019). On the Circular Bioeconomy and Decoupling: Implications for Sustainable Growth. *Ecological Economics*, 162, 143-156
- Gibson-Graham, J. K., Cameron, J. & Healy, S. (2013). *Take Back the Economy: An Ethical Guide for Transforming our Communities*. Minneapolis: University of Minnesota Press
- Gizicki-Neundlinger, M. and Güldner, D. (2017). Surplus, Scarcity and Soil Fertility in Pre-Industrial Austrian Agriculture—the Sustainability Costs of Inequality. *Sustainability*, 9(2), pp. 265–265. doi: 10.3390/su9020265.

- Gomiero, T. (2013). Alternative land management strategies and their impact on soil conservation. *Agriculture*, 3(3), 464–483. <https://doi.org/10.3390/agriculture3030464>
- Gomiero, T. (2018). Agriculture and degrowth: State of the art and assessment of organic and biotech-based agriculture from a degrowth perspective. *Journal of Cleaner Production*, 197, 1823-1839. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.237>
- Grešlová, P. et al. (2019). Social Metabolism of Czech Agriculture in the Period 1830–2010. *Acta Universitatis Carolinae Geographica*, 1, pp. 23–35. doi: 10.14712/23361980.2015.84.
- Guzmán, G. I., & de Molina, M. G. (2009). Preindustrial agriculture versus organic agriculture : the land cost of sustainability. *Land Use Policy*, 26(2), 502–510.moli
- Guzmán, G. I., & de Molina, M. G. (2015). Energy efficiency in agrarian systems from an agroecological perspective. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 39(8), 924–952. <https://doi.org/10.1080>
- Haberl, H. et al. (2014). Human Appropriation of Net Primary Production: Patterns, Trends, and Planetary Boundaries. *Annual Review of Environment and Resources*, Vol. 39:363-391 DOI: 10.1146/annurev-environ-121912-094620
- Haberl, H., Wiedenhofer, D., Erb, K-H., Görg, C., Krausmann, F. (2017). The Material Stock–Flow–Service Nexus: A New Approach for Tackling the Decoupling Conundrum. *Sustainability*; 9(7):1049. <https://doi.org/10.3390/su9071049>
- Haberl, H., Schmid, M., Haas, W., Wiedenhofer, D., Rau, H., & Winiwarter, V. (2021). Stocks, flows, services and practices: nexus approaches to sustainable social metabolism. *Ecological Economics*, 182. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.106949>
- Halde, C., Gagné, S., Charles, A., Lawley, Y. (2017). Organic no-till systems in eastern canada: a review. *Agriculture*, 7(4), 36–36. <https://doi.org/10.3390/agriculture7040036>
- Haug, T. (2022). *La rupture écologique dans l'oeuvre de Marx : analyse d'une métamorphose inachevée du paradigme de la production*. Thèse doctorale en philosophie, Université de Strasbourg. <https://www.theses.fr/2022STRAC001>
- Hinrichs, C. (2000). Embeddedness and local food systems: notes on two types of direct agricultural market. *Journal of Rural Studies*. 16: 295-303
- Hornborg, A. (1998). Towards an ecological theory of unequal exchange: articulating world system theory and ecological economics. *Ecological Economics*. 25 (1): 127–136. doi:10.1016/S0921-8009(97)00100-6.
- Hornborg, A. (2006). Footprints in the cotton fields: The Industrial Revolution as time–space appropriation and environmental load displacement. *Ecological Economics*, 59 (1): 74-81. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.10.009>

- Huber, M. (2017). Reinvigorating Class in Political Ecology: Nitrogen Capital and the Means of Degradation. *Geoforum*, 85, pp. 345–352. doi: 10.1016/j.geoforum.2017.01.010.
- Infante Amate, J., & González de Molina, M. (2013). ‘Sustainable de-growth’ in agriculture and food: An agro-ecological perspective on Spain’s agri-food system (year 2000). *Journal of Cleaner Production*, 38, 27-35. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.03.018> in
- IPBES (2019). *Le dangereux déclin de la nature : Un taux d’extinction des espèces « sans précédent » et qui s’accélère*, Communiqué de presse du 5 mai 2019, <https://ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment-Fr>
- Joe, A., Daniel, T., Scott, C. M., Caitlin, M., Cheryl, M., Tung-Lin, L., & Amy, T. (2022). From Polanyi to policy: a tool for measuring embeddedness and designing sustainable agricultural policies. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.983016>
- Kallis, G. (2013). Societal metabolism, working hours and degrowth: a comment on Sorman and Giampietro. *Journal of Cleaner Production*, 38, pp. 94-98, ISSN 0959-6526. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.06.015>
- King, D. (2017). Becoming Business-Like: Governing the Nonprofit Professional. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly*, Vol. 46(2) 241–260. DOI: 10.1177/0899764016663321
- Klein, N. (2014) *This changes everything : capitalism vs. the climate*. London: Allen Lane.
- Krausmann, F. (2016). From Energy Source to Sink: Transformations of Austrian Agriculture. Dans Haberl, H., Fischer-Kowalski, M., Krausmann, F., Winiwarter, V. (eds.), *Social Ecology : Society-Nature Relations across Time and Space, Human-Environment Interactions 5*, chap. 21, p. 433-444.
- Krausmann, F., & Langthaler, E. (2019). Food regimes and their trade links: a socio-ecological perspective. *Ecological Economics*, 160, 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.02.011>
- LaCanne, C.E., Lundgren, J.G. (2018). Regenerative agriculture: merging farming and natural resource conservation profitably. *PeerJ*, 6:e4428 <https://doi.org/10.7717/peerj.4428>
- Lajoie-O'Malley, A., Bronson, K., van der Burg, S. and Klerkx, L. (2020). The Future(s) of Digital Agriculture and Sustainable Food Systems: An Analysis of High-Level Policy Documents. *Ecosystem Services*, 45. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101183>
- Lal, R. (2011). Sequestering carbon in soils of agro-ecosystems. *Food Policy*, 36, S33–S39, doi:10.1016/j.foodpol.2010.12.001
- LaRota-Aguilera, M. J., Delgadillo-Vargas, O. L. and Tello, E. (2022). Sociometabolic Research in Latin America: A Review on Advances and Knowledge Gaps in Agroecological Trends and Rural Perspectives. *Ecological Economics*, 193, pp. 107310–107310. doi: 10.1016/j.ecolecon.2021.107310.

- Lenton, T.M., Held, H., Kriegler, E., Hall, J.W., Lucht, W., Rahmstorf, S., Schellnhuber, H.J. (2008) Tipping elements in the Earth's climate system. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 1786-1793. doi: 10.1073/pnas.0705414105
- Lomas, P.L., Giampietro, M., (2017). Environmental accounting for ecosystem conservation: linking societal and ecosystem metabolisms. *Ecol. Model.* 346, 10–19 Feb
- Löwy, M. (2002). De Marx à l'écocapitalisme. *Écologie & politique*, 24, 29-41. <https://doi.org/10.3917/ecopo.024.0029>
- Malm, A. and Hornborg, A. (2014). The Geology of Mankind? A Critique of the Anthropocene Narrative. *The Anthropocene Review*, 1(1), pp. 62–69. doi: 10.1177/2053019613516291
- Marín-Beltrán, I., Demaria, F., Ofelio, C. et al. (2021). Scientists' warning against the society of waste. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151359>
- Martin, N. (2016). Préface: Juillet 1999. Dans : N. Martin, *Les âmes sauvages: Face à l'Occident, la résistance d'un peuple d'Alaska* (pp. 9-14). Paris: La Découverte.
- Marull, J., Cattaneo, C., Gingrich, S., González de Molina, M., Guzmán, G., Watson, A., MacFadyen, J., Pons, M., Tello, E. (2019). Comparative Energy-Landscape Integrated Analysis (ELIA) of past and present agroecosystems in North America and Europe from the 1830s to the 2010s. *Agricultural Systems*. 175, pp. 46-57, ISSN 0308-521X : <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.05.011>
- Marx, Karl, *Le Capital. Critique de l'économie politique, Livre I*, (éd. Jean-Pierre Lefebvre) Paris : Éditions sociales, [1983] nouvelle édition mise à jour 2016
- Maxey, L. (2006). Can we sustain sustainable agriculture? Learning from small-scale producer-suppliers in Canada and the UK. *The Geographical Journal*, 172 , No. 3, September 2006, pp. 230–244
- Maxwell, S. L. et al. (2016). Biodiversity: The Ravages of Guns, Nets and Bulldozers. *Nature*, 536(7615), pp. 143–5. doi: 10.1038/536143a.
- Mayer, A., Schaffartzik, A., Haas, W., Rojas-Sepúlveda, A. (2015). Patterns of global biomass trade: Implications for food sovereignty and socio-environmental conflicts. *EJOLT Report*. No. 20, 106.
- McClintock, N. (2010). Why Farm the City? Theorizing Urban Agriculture through a Lens of Metabolic Rift. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3(2), pp. 191–207. doi: 10.1093/cjres/rsq005.
- Mies, M. (1999). *Patriarchy and Accumulation On A World Scale: Women in the International Division of Labour*. London: Zed Books (ISBN 1-85649-735-6)
- Milestad, R., Bartel-Kratochvil, R., Leitner, H., Axmann, P., (2010). Being close: the quality of social relationship in a local organic cereal and bread network in Lower Austria. *Journal of Rural Studies*. doi:10.1016/j.jrurstud.2010.01.004

- Milestad, R., Ahnström, J. et Björklund, J. (2011). Essential multiple functions of farms in rural communities and landscapes. *Renew. Agric. Food Syst.*, 26(2), 137-148. doi: 10.1017/S1742170510000529
- Millward-Hopkins, J., Steinberger, J. K., Rao, N. D., & Oswald, Y. (2020). Providing decent living with minimum energy: a global scenario. *Global Environmental Change*, 65.
- Moloto, KP. (2009). *The potential of sustainable agricultural practices to enhance soil carbon sequestration and improve soil quality*. Mémoire de maîtrise en Philosophie du développement durable, University of Stellenbosch. <https://doi.org/10.22215/etd/2015-10986>
- Montoya, J.M., Donohue, I., Pimm, S.L. (2018). Planetary boundaries for biodiversity: implausible science, pernicious policies. *Trends in Ecology and Evolution*, 33, 71-73. doi:10.1016/j.tree.2017.10.004
- Morizot, B. (2020). *Manières d'être vivant. Enquêtes sur la vie à travers nous*. Arles : Actes Sud.
- Mulder, K. and Hagens, N. J. (2008). Energy Return on Investment: Toward a Consistent Framework. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 37(2), pp. 74–79. doi: 10.1579/0044-7447(2008)37[74:EROITA]2.0.CO;2
- Mundler, P., Laughrea, S. (2016). The contributions of short food supply chains to territorial development: A study of three Quebec territories, *Journal of Rural Studies*, Volume 45, p.218-229, ISSN 0743-0167 <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.04.001>
- Padro, R., Marco, I., Tello, E., Font, C. (2019). Beyond Chayanov: A Sustainable Agroecological Farm Reproductive Analysis of Peasant Domestic Units and Rural Communities (sentmenat; Catalonia, 1860). *Ecological Economics*, 160, pp. 227–239. doi: 10.1016/j.ecolecon.2019.02.009
- Parcerisas, L. and Dupras, J. (2018). From Mixed Farming to Intensive Agriculture: Energy Profiles of Agriculture in Quebec, Canada, 1871-2011. *Regional environmental change*. 18(4), pp. 1047–1057.
- Pineault, E. (2017). Quelle économie, pour quelle écologie? De l'écologie humaine au métabolisme social. In Brunet, N. (Dir.). *L'espoir malgré tout : L'oeuvre de Pierre Dansereau et l'avenir des sciences de l'environnement*. (pp. 115-134). Presses de l'Université du Québec.
- Pineault, E. (2021, avril). *La médiation géologique du cycle du capital comme vecteur d'inertie climatique : une perspective d'écologie sociale*. Conférence d'ouverture. Colloque de l'Atelier d'Écologie sociale et du capitalisme avancé (ESCA), Montréal, Québec.
- Pineault, E. (2023). *A social ecology of capital*. Londres : Pluto Press.
- Pineault, E. et al. (à venir). *La colonisation en écologie sociale*. Atelier d'Écologie Sociale et Capitalisme Avancé (ESCA).
- Plank, C., Hafner, R. and Stotten, R. (2020). Analyzing Values-Based Modes of Production and Consumption: Community-Supported Agriculture in the Austrian Third Food Regime.

- Österreichische Zeitschrift für Soziologie, 45, 49–68 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11614-020-00393-1>
- Plank, C., Liehr, S., Hummel, D., Wiedenhofer, D., Haberl, H., & Görg Christoph. (2021). Doing more with less: provisioning systems and the transformation of the stock-flow-service nexus. *Ecological Economics*, 187. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107093>
- Polanyi, K. (1944). *La grande transformation. Aux origines politiques et économiques de notre temps*. Gallimard.
- Power, M. (2004). Social Provisioning as a Starting Point for Feminist Economics. *Feminist Economics*, 10:3, 3-19, <https://doi.org/10.1080/1354570042000267608>
- Pretty, J. (2008). Agricultural Sustainability: Concepts, Principles and Evidence. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 363(1491), 447-465.
- Pronovost, J., Boudreau, Y. (2008). *Agriculture et agroalimentaire québécois : assurer et bâtir l'avenir : propositions pour une agriculture durable et en santé : rapport. Commission sur l'avenir de l'agriculture et de l'agroalimentaire québécois*. (Ser. Publications gouvernementales du québec en ligne : monographies électroniques). Commission. Retrieved 2023, from <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/46629>
- Pruvost, G. (2021). *Quotidien politique. Féminisme, écologie et subsistance*. La Découverte
- Ravera, F., Scheidel, A., dell'Angelo, J. et al. (2014). Pathways of rural change: an integrated assessment of metabolic patterns in emerging ruralities. *Environ Dev Sustain*, 16, 811–820 (2014). <https://doi-org.proxy.bibliotheques.uqam.ca/10.1007/s10668-014-9534-9>
- Raworth, K. (2017). *Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist*. GreenPublishers.
- Rockström, J., Steffen, W. et al. (2009). Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society*, 14(2), 32. doi: 10.5751/ES-03180-140232
- Roux, S. (2021, 17 novembre). *Pour une géographie critique de l'alimentation : capitalisme, territorialités et alternatives*. [Conférence orale] dans le cadre du Cycle de conférences Regards sociologiques. Université de Laval. <https://www.fss.ulaval.ca/evenements/pour-une-geographie-critique-de-l'alimentation-capitalisme-territorialite-et-alternatives>
- Rudy, A. (2001). Marx's ecology and rift analysis. *Capitalism, Nature, Socialism*. 12(2), 56–63
- Saito, K. (2021). *La nature contre le capital – L'écologie de Marx dans sa critique inachevée du capital*. Syllepse (Editions). 978-2-84950-951-7
- Saldaña, J. (2013) *The coding manual for qualitative researchers*. (2e éd.). London Angleterre: SAGE.

- Sayre, L. (2011). Des livres anciens aux vieux agriculteurs. Dans Béguin P., Dedieu B., Sabourin É. (dir.), *Le travail en agriculture: son organisation et ses valeurs face à l'innovation*. (p. 99-113). L'Harmattan.
- Schnaiberg, A. (1980). *The Environment, from Surplus to Scarcity*. New York : Oxford University Press.
- Schneider, M. & McMichael, P. (2010). Deepening, and repairing, the metabolic rift. *The Journal of Peasant Studies*. 37:3, 461-484, DOI: 10.1080/03066150.2010.494371
- Seto, K.C., Davis, S.J., Mitchell, R.B., Stokes, E.C., Unruh, G., Ürge-Vorsatz, D. (2016). Carbon lock-in: types, causes, and policy implications. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 41 (1), 425–452. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-085934>
- Smetschka, B., Gaube, V. and Lutz, J. (2016). Time Use, Gender and Sustainable Agriculture in Austria Dans Haberl, H., Fischer-Kowalski, M., Krausmann, F., Winiwarter, V. (eds.), *Social Ecology : Society-Nature Relations across Time and Space, Human-Environment Interactions 5*, chap. 26, p.505-518.
- Smith, J. and Jehlička, P. (2013). Quiet Sustainability: Fertile Lessons from Europe's Productive Gardeners. *Journal of Rural Studies*, 32, pp. 148–157. doi: 10.1016/j.jrurstud.2013.05.002.
- Sorman, A. H. et Giampietro, M. (2013). The energetic metabolism of societies and the degrowth paradigm: analyzing biophysical constraints and realities. *Journal of Cleaner Production*, 38, 80-93. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.11.059>
- Soulé, B. (2007). Observation Participante ou Participation Observante? Usages Et Justifications De La Notion de Participation Observante En Sciences Sociales. *Recherches qualitatives*, 27(1), pp. 127–140. doi: 10.7202/1085359ar
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström J, Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., de, V. W., de, W. C. A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B., & Sörlin S. (2015). Sustainability. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science* (New York, N.y.), 347(6223), 1259855–1259855. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T., Folke, C., Liverman, D., Summerhayes, C., et al. (2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115 (33): 8252–59. doi:10.1073/pnas.1810141115.
- Stevenson, P. (2017). *Towards a Flourishing Food System. Compassion in World Farming*. https://www.ciwf.org.uk/media/7431691/towards-a-flourishing-food-systemweb-spreads_93944.pdf
- Swyngedouw E. (2010). Impossible Sustainability and the Post-political Condition. In: Cerreta M., Concilio G., Monno V. (eds) *Making Strategies in Spatial Planning. Urban and Landscape Perspectives*, vol 9. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-90-481-3106-8_11

- Tello, E., Galán, E., Sacristán, V., Cunfer, G., Guzmán, G.I., González de Molina, M., Krausmann, F., Gingrich, S., Padró, R., Marco, I., Moreno-Delgado, D. (2016). Opening the black box of energy throughputs in farm systems: a decomposition analysis between the energy returns to external inputs, internal biomass reuses and total inputs consumed (the Vallès County, Catalonia, c.1860 and 1999). *Ecological Economics*, 121, 160–174. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.11.012>
- Thompson, C., & Coskuner-Balli, G. (2007). Enchanting ethical consumerism. *Journal of Consumer Culture*, 7(3), 275–303.
- Tiwari, K. R., Sitaula, B. K., Nyborg, I. L., P., & Paudel, G. S. (2008). Determinants of farmers' adoption of improved soil conservation technology in a middle mountain watershed of central Nepal. *Environmental Management*, 42(2), 210-222. doi: <http://dx.doi.org.proxy.bibliotheques.uqam.ca/10.1007/s00267-008-9137-z>
- Vidalou, J-B. (2017). *Être forêts : Habiter des territoires en lutte*. Éditions Zones.
- West, T.O., Marland, G. (2002). Net carbon flux from agricultural ecosystems: methodology for full carbon cycle analyses. *Environmental Pollution*, 116, 439–444
- Wezel, A., Brives, H. Casagrande, M., Clement, C. (2016). Agroecology-Territories: Places for Sustainable Agricultural and Food Systems and Biodiversity Conservation. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 40 (2):132-144 DOI:10.1080/21683565.2015.1115799
- White, D. F., Gareau, B. J., Rudy, A. P. (2017). Ecosocialisms, Past, Present and Future: From the Metabolic Rift to a Reconstructive, Dynamic and Hybrid Ecosocialism. *Capitalism Nature Socialism*, 28:2, 22-40, DOI: 10.1080/10455752.2017.1296479
- Wilgos, G. (2014). *Castoriadis ou l'autonomie radicale*. *Ballast*, 1, 72-82. <https://doi.org/10.3917/ball.001.0072>
- Willett, G. (1996). « Paradigme, théorie, modèle, schéma : qu'est-ce donc ? », *Communication et organisation* [En ligne], 10 | 1996, mis en ligne le 26 mars 2012, consulté le 04 mai 2023. URL : <http://journals.openedition.org/communicationorganisation/1873> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/communicationorganisation.1873>
- Wilson, A. (2015). *Sowing the seeds of a collective autonomy: an analysis of post-capitalist possibilities in food-based livelihoods*. Thèse doctorale de sociologie, Carleton University. <https://doi.org/10.22215/etd/2015-10986>
- Wood, E. M. (2009) *L'origine du capitalisme : une étude approfondie*. Montréal: Lux (Humanités)
- Wu, H., Zhang, Y., Yuan, Z., Gao, L. (2016). A review of phosphorus management through the food system: identifying the roadmap to ecological agriculture. *Journal of Cleaner Production*, 114, 45-54
- Zin, J. (2007). André Gorz, la richesse du possible. *Multitudes*, 31, 171-180. <https://doi.org/10.3917/mult.031.0171>

Žižek, S. (1992). *Looking awry: An introduction to Jacques Lacan through popular culture*. Cambridge: MIT Press

BIBLIOGRAPHIE

Écoféminisme et agriculture :

Bénézit, M. et Les paysannes en polaire. (2021). *Il est où le patron ? Chroniques de paysannes*. Éditions Marabout

Francoeur, J. (2023). *Sortir du rang. La place des femmes en agriculture*. Montréal : Les éditions du remue-ménage

Mies, M. (1999). *Patriarchy and Accumulation On A World Scale: Women in the International Division of Labour*. London: Zed Books (ISBN 1-85649-735-6)

Philosophie du vivant :

Chopot, A. et Balaud, L. (2021). *Nous ne sommes pas seuls : politique des soulèvements terrestres*. Éditions Seuil

Martin, N. (2016). *Les âmes sauvages: Face à l'Occident, la résistance d'un peuple d'Alaska*. Paris: La Découverte.

Vidalou, J-B. (2017). *Être forêts : Habiter des territoires en lutte*. Éditions Zones.