



HAL
open science

L'entreprise low-tech : un cas de modèle d'affaires innovant

Grégory Chaudemanche

► **To cite this version:**

Grégory Chaudemanche. L'entreprise low-tech : un cas de modèle d'affaires innovant. 2023. hal-04626257

HAL Id: hal-04626257

<https://hal.science/hal-04626257v1>

Submitted on 26 Jun 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

L'entreprise low-tech : Un cas de modèle d'affaires innovant



La fresque des low-tech

Vulgarisation des low-tech, financée par le CNRS, réalisée par Vito en collaboration avec Guillaume Guimbretiere et Romane Quintin. 2021.

Grégory CHAUDEMANCHE

30 août 2023

Résumé

Dans l'objectif de répondre à la transition écologique et aux transformations économiques et sociales induites (*Triple Bottom Line*), le mouvement « low-tech » naît et se développe en France, proposant des innovations matérielles, sociales, organisationnelles, passant progressivement du champ associatif à l'entrepreneuriat, et présentant un ensemble de principes clés paraissant parfois incompatibles avec les modèles d'affaires habituels. Quelles sont les caractéristiques du mouvement et de la démarche low-tech ? Comment se transposent-elles à l'entrepreneuriat low-tech ? Quelles sont les innovations paradoxales mises en œuvre ? Comment passer à l'échelle ? Avec quelle viabilité ? La recherche vise à montrer l'existence d'une communauté, et à interroger les singularités d'expériences entrepreneuriales associées aux principes low-tech. Une cartographie du mouvement low-tech permet de représenter une communauté et ses interactions. Les modèles d'affaires de quelques entreprises low-tech sont étudiés et replacés dans le champ de l'entrepreneuriat soutenable. Les résultats montrent que le principe d'encapacitation, induisant *open source hardware* ou essaimage, est le plus problématique pour intégrer un système économique plutôt axé sur la propriété, l'individualisme et le secret. C'est en réalité un changement de paradigme qui est induit par le mouvement, pour lequel nous proposons quelques pistes possibles.

Abstract

With the aim of responding to the ecological transition and the resulting economic and social transformations (*Triple Bottom Line*), the recent "low-tech" french movement is emerging, letting see material (products and processes), social and organizational innovations, gradually moving from the association towards entrepreneurship, and displaying a set of key principles that sometimes seem incompatible with the usual business models. What are the characteristics of the low-tech movement and approach? How do they transpose to low-tech entrepreneurship? What are the unexpected innovations implemented? How to scale up? To achieve what viability? The research aims to show the existence of a community, and to question the singularities of entrepreneurial experiences associated with low-tech principles. A cartography of the low-tech movement achieves to represent a community and its interactions. The business models of some low-tech companies are studied and replaced in the sustainable entrepreneurship's field. The results show that the principle of 'encapacitation', inducing open source hardware or swarming, is the most problematic for integrating an economic system which is rather focused on ownership, individualism and confidentiality. It is actually a paradigm shift that is induced by the movement, for which we offer some potential studies.

Sommaire

Introduction	4
I. Cadre conceptuel	8
I.1. Cartographie	8
I.2. Low-tech et démarche low-tech	11
II. Méthodologie	16
II.1. Méthodologie globale	16
II.2. Cartographie	17
II.3. Étude de cas. « Apprenez à faire vous-mêmes ce que je vends » : la surprenante proposition de valeur de l'entreprise low-tech	20
III. Résultats	23
III.1. Cartographie	23
III.2. Quelques implications de la démarche low-tech sur l'innovation et l'entrepreneuriat	24
IV. Discussion	46
IV.1. Cartographie	46
IV.2. Étude de cas. « Apprenez à faire vous-mêmes ce que je vends » : la surprenante proposition de valeur de l'entreprise low-tech	47
IV.3. Le changement de paradigme	48
IV.4. L'industrialisation de la low-tech	51
IV.5. Aspects réglementaires & usages : une question d'accessibilité	52
IV.6. Changer les comportements ?	53
IV.7. Quelques pistes d'études	56
Conclusion	59
Bibliographie	63
Annexe : Visualisations	73
Table des matières	81

Introduction

Un contexte de crise

« L'ère du réchauffement de la planète est terminée : nous entrons aujourd'hui dans l'ère de l'ébullition. Les dirigeants doivent prendre les choses en main. Finies les hésitations. Finies les excuses. Il n'est plus possible d'attendre que les autres fassent le premier pas. Nous n'avons tout simplement plus le temps. Nous pouvons encore limiter l'augmentation de la température mondiale à 1,5 degré Celsius et éviter les pires effets des changements climatiques. Mais cela exige une action climatique radicale et immédiate. »¹ Cette déclaration alarmiste d'Antonio Guterres pose un cadre à notre travail : le monde est en crise. La crise climatique qui accentue les sécheresses, incendies, canicules terrestres, canicules marines et autres phénomènes extrêmes, côtoie la crise énergétique et plus globalement la crise des ressources (The Shift Project, 2022), la crise environnementale dans son ensemble qu'il s'agisse de la pollution des sols, des mers, de l'air, de l'homme, jusqu'à l'espace, qu'il s'agisse de la déforestation, de l'artificialisation des sols, de la perte de biodiversité ou de l'élevage industriel qui génèrent des zoonoses et de nouvelles pandémies à prévoir (Leclair, 2020 ; Manus, 2022 ; Robin & Morand, 2021). La crise démographique et les déplacements de populations à venir, peut-être, à l'échelle mondiale, les crises géopolitiques actuelles, y compris les guerres armées, les crises sanitaires. La crise économique et sociale en France : l'inflation, les conditions et le sens du travail. En ce qui concerne l'alimentation (pêche, agriculture) et plus globalement la manière de vivre au quotidien (lutte contre le froid, contre le chaud, mobilité, consommation de masse...), la manière de produire et de faire des affaires, des impacts forts sont attendus, dont il faut se protéger ou qu'il faut essayer d'anticiper, tout en diminuant les consommations de ressources et d'énergie, les émissions de gaz à effet de serre (GES).

La crise paraît systémique ; la théorie de l'effondrement est timidement discutée, comme l'était auparavant celle du réchauffement climatique, et Vespignani par exemple montre que « l'interdépendance des systèmes complexes réticulaires les rend très fragiles », i.e. un effondrement n'est pas progressif dans le cas de réseaux fortement imbriqués – qu'ils appartiennent à la nature, soient des constructions économiques ou impliquent les deux à la fois –, mais à la fois inattendu et brutal, imprévisible et total (2010). La crise présente, en somme, une multitude d'opportunités pour faire autrement et innover, rapidement.

Le mouvement low-tech

Dans ce cadre, un mouvement « low-tech » (LT) axé sur la transition écologique et les transformations économiques et sociales qu'elle induit, est en construction. Il agit, et développe depuis quelques années une démarche systémique et surprenante qui donne lieu à un passage à l'échelle entrepreneuriale. Issu à la fois des idéologies techno-critiques et décroissantes apparues dans les années 1970, et d'expéditions plus

¹ Antonio Guterres, Secrétaire Général des Nations-Unies. Discours à la presse, 3 août 2023.
<https://www.un.org/sg/fr/quote/2023-08-03/267291>

récentes menées par de jeunes ingénieurs en bifurcation pour recenser et tester des « systèmes tout simples, faciles à fabriquer et à réparer, qui répondent aux besoins de la vie courante » (De Chatelperron, 2018, p.7) et qui s'intègrent vertueusement dans la *Triple Bottom Line* (interaction à impact positif des trois sphères environnement, société, économie), le mouvement LT s'est construit et développé en France au sein de l'association Low-tech Lab (LTL) à Concarneau. Son activité d'abord focalisée sur l'expérimentation de systèmes techniques s'est rapidement étendue à une réflexion sur les écosystèmes sociotechniques, faisant naître au-delà d'un produit une démarche LT (DLT), et sur les manières et moyens de passer à l'échelle un mode de vie, de consommation, de production respectueux des limites planétaires (Rockström & Steffen, 2009) et s'intégrant dans le modèle du *Donut* (Raworth, 2017) : observation et documentation d'initiatives associatives ou entrepreneuriales LT, puis expérimentation de la DLT à l'échelle d'un territoire.

Aujourd'hui, la structuration associative essentiellement issue du LTL est constituée d'au moins 24 associations dans des pays francophones dont 18 en France. Par-delà ce noyau dur ou base, la communauté LT de pratique et de savoir s'étend de manière plus ou moins affirmée dans les enseignements et la recherche d'universités et d'écoles, dans des secteurs professionnels privilégiés comme l'énergie ou l'architecture, dans des entreprises de toutes tailles. La DLT amène un certain nombre de principes qui supposent la transformation des modèles d'affaires (BM) habituels : collaboration, partage, open-source par exemple, mais aussi limitation des BM dans l'espace – local –, dans les visées – répondre à un besoin – voire dans le temps – la vocation d'utilité ou d'efficacité pouvant apparaître comme un curseur de la durée de vie de l'entreprise.

Le développement du mouvement LT (MLT) dans la sphère économique notamment pose un certain nombre de questions associées à une réflexion sur sa viabilité. Quels sont les objectifs ? Quels sont les acteurs ? Quels sont les principes ? Quels sont les BM observables ? Il s'agit ainsi de comprendre comment il s'organise, ce qu'il propose et comment il met en œuvre ses propositions, sous l'angle principal des sciences de gestion et du management de l'innovation. Plus particulièrement, il s'agit de comprendre comment la démarche d'innovation LT peut proposer un BM viable.

Question de recherche et problématique

La démarche de recherche adopte une perspective exploratoire. Deux axes liés la constituent : la cartographie de l'écosystème LT (EcoLT) et le questionnement de BM d'entreprises s'inscrivant dans le MLT.

D'une part, l'immersion dans le terrain de recherche et la perception de l'existence d'une communauté de pratique (CP) amènent un flot d'informations complexes, systémiques. Le MLT constitue un réseau d'interactions nombreuses et souvent tacites. Bien souvent, un individu apparaît dans plusieurs structures, et la construction d'un historique s'avère une source précieuse d'explication d'un état présent. La cartographie constitue alors ici un outil de recherche avant tout pragmatique, avec ces objectifs :

- Clarifier le terrain et pouvoir s'y orienter, distinguer et différencier les acteurs, mieux comprendre les interactions et les rôles de chaque entité au sein de la communauté et qui peuvent être multiples

(individus, entreprises, associations, collectivités ou agences publiques, enseignants et chercheurs impliqués...);

- Mettre éventuellement au jour des relations ou des passages privilégiés (par une association, par une formation...), des clusters plus ou moins incontournables, des influences potentielles idéologiques ou pratiques ;
- Montrer l'existence effective d'une communauté constituée et organisée ;
- Pour les entreprises plus spécifiquement étudiées, produire un outil potentiel d'analyse managériale en définissant leur écosystème propre sans le couper de l'ELT dans son ensemble (quel est le parcours des acteurs de l'entreprise, quelles sont les relations avec les acteurs de la communauté LT, est-il possible de les qualifier, peuvent-elles être caractéristiques, dans quelle mesure ?).

D'autre part, l'observation et le questionnement de BM LT est indissociable à nos yeux de la *Triple Bottom Line* (TBL), qui paraît d'ailleurs valoir comme repère partagé des différentes propositions d'activités économiques soutenables, parmi lesquelles se place la DLT, et qui fournit un cadre global dont on peut facilement se saisir pour en appréhender les grands principes.

Les travaux des Meadows (2022), Kate Raworth (2017), du GIEC, de Jancovi, du Shift Projet (2022), de Marie-Monique Robin (2021), par exemple, montrent tous que :

- Les ressources naturelles exploitées sans modération sont limitées et arrivent à épuisement ;
- Le dérèglement climatique est dû à l'activité humaine ;
- Il faut urgemment maîtriser les effets de l'activité humaine, i.e. modifier nos activités pour au moins :
 - Réduire drastiquement les émissions de GES ;
 - Protéger l'environnement et la biodiversité, qui protègent l'existence humaine.

Pour ce faire,

- Les activités de l'homme doivent ainsi être conditionnées à la préservation de l'environnement ;
- L'économie doit être au service de l'homme, et non l'inverse.

C'est donc le schéma classique de la TBL qui se dessine autour d'un BM soutenable (Gallo, Antolin-Lopez, & Montiel, 2018), auparavant représentée par trois cercles entrelacés, désormais plutôt représentée par trois cercles imbriqués, schématisant ainsi les priorités : l'environnement d'abord, qui accueille la vie humaine, la société ensuite, qui s'organise et construit une économie enfin, qui lui est subordonnée.

La DLT vise « l'écologie politique des technologies » (Meyer, 2022a) le respect de l'environnement, le bien-être de l'homme, et tente de porter la démarche « à l'échelle », i.e. dans la sphère économique. Elle semble donc bien s'inscrire dans le schéma de la TBL. L'étude du détail de sa proposition tentera d'en faire ressortir son caractère propre, de la positionner dans le champ de l'entrepreneuriat et des BM soutenables, et d'en évaluer les limites, les freins et les leviers.

Pour cet axe d'étude, une focalisation spécifique est proposée sur un BM typique de l'organisation LT. Le modèle économique ordinaire, construit sur la propriété de la connaissance (secret, brevet), qui garantit une exclusivité du savoir et des savoir-faire, et des revenus associés. Les impacts positifs de la DLT associent les sphères environnementale, sociale et économique. Celle-ci vise aussi l'appropriation des techniques par le biais de la transmission des connaissances et de l'encapacitation, enjeu socio-technique majeur de la

démarche, et cela nécessite, dans le cadre commercial, de proposer des BM innovants. Des projets entrepreneuriaux déroutants apparaissent ainsi : des entreprises qui s'inscrivent explicitement dans la DLT affichent une double proposition commerciale semblant contradictoire : elles vendent sur étagère un produit manufacturé de haute technicité, et proposent dans le même temps les moyens de le reproduire, de s'encapaciter par la vente de formations d'une part, par la transmission en *open source* d'autre part. La promesse ainsi faite au client-utilisateur d'une « encapacitation » permettant de rompre sa dépendance au marché commercial standardisé apporte un levier de transition intéressant. L'organisation LT à but lucratif crée alors un BM inattendu, qui interroge sur sa viabilité.

Dans une première partie, nous tentons d'éclairer le terrain et les moyens de la recherche en apportant les concepts qui les sous-tendent. Dans une deuxième partie, nous indiquons la méthodologie employée. La troisième partie présente les résultats de la recherche sur l'écosystème low-tech (EcoLT) en général, sur la problématique de l'encapacitation liée au BM LT en particulier, sur les implications économiques et entrepreneuriales de la DLT, et sur la question d'un passage à l'échelle de l'entrepreneuriat low-tech (EnLT). La dernière partie propose de discuter l'ensemble des résultats de la recherche à travers différents points de vue, puis de l'élargir à d'autres perspectives possibles.

I. Cadre conceptuel

I.1. Cartographie

Le cadre conceptuel de la cartographie de réseau est multiple et dépend essentiellement des disciplines pratiquées (géographie, histoire, littérature, management, communication, sociologie, sciences du vivant...). La cartographie de l'EcoLT, d'une très forte utilité pour appréhender le terrain de recherche, est toutefois secondaire eu égard à l'objectif visé principalement, et les notions apportées ici sont destinées à positionner l'outil dans le cadre global du travail de recherche, sans en dessiner les contours rigoureux attachés à l'une ou l'autre discipline.

I.1.1. Base de données et visualisation

L'étape de visualisation des données est à la fois technique et théorique : technique parce qu'elle nécessite d'utiliser un logiciel de visualisation sophistiqué, théorique parce que le traitement des données s'appuie sur des algorithmes qu'il faut sélectionner en fonction de l'objectif visé.

Grandjean distingue parmi les typologies d'usages de la visualisation de réseaux deux grands objectifs : « rechercher » et « montrer » (Grandjean, 2018, p.35), qu'il nous paraissait important d'associer puisque cette méthode de décryptage du terrain LT est aussi envisagée pour montrer l'existence d'une communauté. La visualisation associée est donc ici conçue comme un « outil exploratoire » d'une part, traduisant d'autre part « un jeu de données préalablement récoltées et encodées par le chercheur » (Grandjean, 2018, p.27 et 28), i.e. transformant les éléments épars d'une base de données en une image immédiatement intelligible. Il s'agit par ailleurs d'un réseau reconstruit (Grandjean, 2015a), extrêmement chronophage mais pouvant servir ici autant la description d'un écosystème que l'explication d'un mouvement, surtout si la visualisation est dynamique, i.e. prend en compte une chronologie.

I.1.2. La théorie des graphes

Les données traitées sont de deux types : chaque entité entrée dans la base de données (BDD) correspond à un « nœud » ou « sommet », et le lien qui unit deux entités correspond à une « arête ». Le réseau est alors représenté par des sommets reliés par des arêtes ; le graphe est l'ensemble des nœuds et des arêtes.

Jacob Moreno est le premier à représenter des liens sociaux de cette manière pour dresser des « sociogrammes » (Grandjean, 2018, p.72 ; Moreno, 1934) ou réseaux relationnels, en s'intéressant aux relations entre élèves au sein d'une classe. Depuis, les progrès informatiques ont à la fois permis de traiter des données beaucoup plus volumineuses et complexes (Beauguitte, 2016), et de les visualiser de manière plus significative (voir *infra*, figure 1).

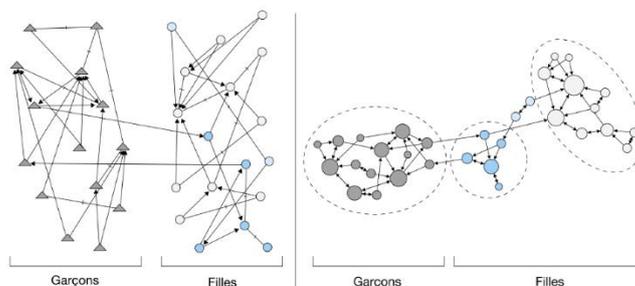


Figure 1

À gauche : sociogramme de Moreno ; à droite, traitement des mêmes données avec l'algorithme « Atlas 2 Force-directed » (Grandjean, 2018, p.73).

Une même BDD peut aboutir à des représentations visuelles très variées qui peuvent orienter ou fausser l'interprétation des données². Les implications des possibilités esthétiques ou techniques de visualisation doivent donc être comprises pour être en mesure de délivrer une visualisation qui ne soit pas trompeuse. Ces possibilités correspondent à différents algorithmes explicités par la théorie des graphes.

Pour notre objectif, quelques mesures et algorithmes présentent un intérêt fort (Lemieux et Ouimet, 2004. Chapitre 2, p.15-26 pour les mesures de centralité).

Mesures essentielles :

- La centralité de degré, qui mesure le nombre de connexions pour chaque entité : plus une entité possède de connexions, plus elle aura une place centrale dans le graphe ;
- La modularité, qui permet la détection de communautés ;
- La centralité de proximité, qui mesure en réalité l'éloignement : plus une entité est éloignée des autres, plus ses actions sont supposées être autonomes, et inversement ;
- La centralité d'intermédiarité, qui mesure la capacité théorique d'une entité à jouer un rôle d'intermédiaire : plus le degré d'intermédiarité est élevé, plus l'entité est supposée pouvoir coordonner et contrôler une action ou une information.

Les algorithmes essentiels pour la visualisation :

- L'algorithme de Fruchterman Reingold, qui permet de démêler le réseau de manière gravitationnelle en fonctionnant par attraction-répulsion ;
- Les algorithmes de force, qui clarifient davantage le réseau : les entités connectées se rapprochent tandis que les entités non connectées s'éloignent.

I.1.3. L'éclairage sociologique pour l'analyse de réseaux

Quelques concepts d'analyse de réseaux, principalement issus de la sociologie, peuvent éclairer le cadre avec lequel l'EcoLT, regroupant des entités variées, est ici appréhendé, que la fonction de l'étude soit de décrire une situation ou d'apporter une nouvelle connaissance sur un objet de recherche (Grandjean, 2018).

² Par exemple, le *New York Times* publie une visualisation des mouvements migratoires mondiaux ; en travaillant différemment les mêmes données disponibles sur le site web du Haut Commissariat des Nations Unies pour les Réfugiés, Grandjean aboutit à une interprétation très différente, annonçant que les éléments donnés par le *New York Times* suggèrent que « *The Flight of Refugees Around the Globe is a race to Europe, while the data clearly show that it is wrong for more than 90% of them.* » (Grandjean, 2015a ; Peçanha et Wallace, 2015).

Deux types d'analyses peuvent être mises en œuvre en utilisant une démarche soit égocentrique, qui « étudie les différents réseaux d'un individu en particulier », soit globale, qui « tente de capturer les relations essentielles qui lient les individus appartenant à un groupe social, et considère donc tous les membres de celui-ci, et toutes les dépendances entre eux » (Ruffini-Ronzani, N. et De Valeriola, S., 2018, p.6).

Les relations ou arêtes entre deux entités peuvent être représentées de manière orientée, i.e. comporter une notion de destination (action ou information partant d'une entité A vers une entité B), ou non.

Les relations ou arêtes entre deux entités peuvent être pondérées, à partir d'éléments objectifs ou subjectifs, e.g. pour éviter d'obtenir plusieurs arêtes correspondant à plusieurs relations distinctes entre deux entités identiques, ou pour indiquer un degré relationnel.

L'analyse de réseaux dans notre cas peut être structurale, i.e. étudier les relations construites entre les entités, e.g. lorsque deux individus ont construit une relation lors d'un même événement, autant que porter sur les attributs des entités, i.e. leur nature, leur profession, leur formation, lorsque ces éléments sont susceptibles de constituer des déterminants d'une action donnée, ou sur les finalités ou sur la construction des référents qui donnent un sens à leur action (Lemieux et Ouimet, 2004, chapitre 3, p.27-41). Ce qui nous importe est donc de représenter une communauté en interaction, un réseau social dans toutes ses dimensions au sens que semble lui donner Mercklé (2011)³, dans une perspective plus étendue que la sociométrie de Moreno, « qui s'intéresse aux affinités, indifférences, attractions et répulsions entre les individus » (ibidem), et proche de la notion de capital social telle qu'évoquée par Lazega (1995, p.593) ou Lemieux et Ouimet (2004, chapitre 5, p.55-95) : « défini en termes de ressources auxquelles un acteur a accès par l'entremise de ses relations sociales (Bourdieu, 1980 ; Coleman, 1988 ; Putnam, 1993). Lorsqu'il est mobilisé, le capital social peut servir à la réalisation de fins individuelles ou collectives. ». Enfin, c'est aussi la notion de groupe rappelée par Freeman (1995)⁴ associée au concept d' « individualisme méthodologique » de Schumpeter qui a sous-tendu l'établissement de notre cartographie de l'EcoLT : « paradigme selon lequel les individus et leurs interactions individuelles doivent être le point de départ des analyses des phénomènes collectifs. » (Pénin, 2023, p.31).

³ « Un réseau social (...) peut être ici défini comme constitué d'un ensemble d'unités sociales et des relations que ces unités sociales entretiennent les unes avec les autres, directement, ou indirectement à travers des chaînes de longueurs variables. Ces unités sociales peuvent être des individus, des groupes informels d'individus ou bien des organisations plus formelles, comme des associations, des entreprises, voire des pays. Les relations entre les éléments désignent des formes d'interactions sociales qui peuvent être elles aussi de natures extrêmement diverses : il peut s'agir de transactions monétaires, de transferts de biens ou d'échanges de services, de transmissions d'informations, de perceptions ou d'évaluations inter individuelles, d'ordres, de contacts physiques (de la poignée de main à la relation sexuelle) et plus généralement de toutes sortes d'interactions verbales ou gestuelles, ou encore de la participation commune à un même événement, etc. » (Mercklé, 2011, Introduction).

⁴ « La théorie sociologique voit dans les groupes des ensembles d'individus relativement petits, interagissant entre eux plus qu'avec des individus extérieurs, développant des relations affectives, se reconnaissant dans une identité commune et établissant des normes spécifiques. »

I.2. Low-tech et démarche low-tech

I.2.1. Étude de cas. « Apprenez à faire vous-mêmes ce que je vends » : la surprenante proposition de valeur de l'entreprise Low-tech

I.2.1.1. Low-tech ?

Nombreuses sont les associations dont les activités se réclament de la LT. Depuis quelques années, des entreprises naissent du même univers, et subsistent. Plusieurs essais récents de définition de ce qu'on peut entendre par « low-tech » ont été réalisés (ADEME, 2022 ; Bihoux 2021 ; Bournigal et Keller, 2022 ; Locuratolo & Guimbretière, 2021 ; Low-Tech Lab ; Mateus et Roussilhe 2023 ; Sirois-Cournoyer, 2018 ; Tanguy, Carrière & Laforest, 2023). Par LT, entendons « démarche low-tech » (DLT), c'est-à-dire une activité qui s'inscrit dans le cadre référent du Low-tech Lab dont nous prenons ici le parti : « Utile, Durable et Accessible », et auquel il semble aisé de rattacher l'ensemble des définitions qui ont pu précéder, discuter, vérifier ou préciser l'indivision de ces trois vocables. Le dernier intéresse particulièrement notre réflexion, puisque c'est sur lui que repose l'essentiel de la surprise : l'accessibilité évoque bien entendu le prix du produit commercialisé, qui doit permettre au plus grand nombre d'y accéder. Elle évoque encore, puisque la DLT présente cette caractéristique initiale de s'intéresser aux techniques et technologies, la compréhension du produit considéré : ses fonctionnalités, sa composition, son fonctionnement, l'art de son assemblage par exemple. Enfin, pour ce qui nous intéresse directement, elle évoque la capacité, selon l'investissement personnel qu'on souhaite fournir, à reproduire le bien, à pouvoir le réparer, ou *a minima* à pouvoir comprendre pourquoi il ne fonctionne pas correctement.

I.2.1.2. L'empowerment et l'encapacitation

C'est cet ensemble de notions liées à l'accessibilité que désigne globalement le néologisme « encapacitation », que l'on peut entendre comme un volet spécifique, plus technique, du plus général « empowerment » (Bacqué et Biewener, 2013 ; Calvès, 2009), plus politique aussi. Cette acception de l'accessibilité de la LT permet d'expliquer la double proposition : vendre un produit et en même temps proposer les moyens de le fabriquer soi-même. Pour Filippi, l'orientation *bottom-up* historique de l'empowerment comme processus de développement et d'action collective, pouvant toutefois souffrir de moyens insuffisants en termes de formations ou de construction de réseaux, suggère de passer d'une éventuelle situation de protection à une situation d'encapacitation. Dans le contexte de la politique de la cité, rétablir l'individu dans son intégralité, c'est-à-dire dans sa capacité d'agir dans différents champs, d'interagir et de s'adapter, apparaît en outre comme une étape constituante de l'autonomie (Filippi, 2013). À propos de l'encapacitation directement liée à la technique, le « prosommateur » se révèle comme un acteur clé d'une communauté apprenante, dont l'expertise peut être diffusée auprès des membres en vue d'un bénéfice socio-économique élargi (Pearce, 2017), bien que dans ces communautés d'intérêt et de pratique, peu de consommateurs innovants documentent leur innovation (Hyysalo, Johnson & Juntunen, 2017). Plus particulièrement, il est constaté que la « low-tech nécessite une plus grande implication des

utilisateurs comparé aux technologies classiques » (Martin, Gaultier, & Colin, 2022), et la difficulté d'approche des systèmes énergétiques LT, par ailleurs qualifiés d'« objets frontières entre science et société » (Carrey, Lachaize, & Carbou, 2021), amène à parler de *High Knowledge for Low-tech* (Guimbretière, Hodencq, & Balland, 2022, p.12). On déduit des travaux de Martin & Colin (2021) que plus la technicité augmente, plus l'intention d'adoption baisse. Le traitement que nous avons réalisé des résultats de la même étude indique que les aspects de fabrication et d'installation, d'entretien et de maintenance, d'utilisabilité, de connaissance et de compétence constituent presque le tiers des difficultés d'adoption d'un produit LT comme ceux qui nous intéressent ici (culture de champignon, chauffage solaire air).

1.2.1.3. L'économie de la connaissance et les communs

La particularité de l'encapacitation dans la DLT se rattache à la notion d'« open source », élément clé de l'accessibilité. La rétention de la connaissance s'opposant à la DLT, la mise à disposition des éléments nécessaires à la reproduction du produit est requise. Dans l'esprit LT n'existent en effet ni le secret, qui prive de l'information, ni le brevet, qui prive de l'exploitation. Mais la notion d'accessibilité ne permet pas d'expliquer la double proposition commerciale qui interroge sur la pérennité d'un tel BM ; elle appelle à s'intéresser aux communs et à l'économie de la connaissance. À propos de la rentabilité du libre et de l'*Open Source Hardware (OSWH)*, plusieurs auteurs soulignent le manque d'expertise côté client, y compris outillage et expérience, pour fabriquer en autonomie à partir de plans. Cela peut justifier un accompagnement commercial ou la vente sur étagère (Leridon, 2019 ; Pearce 2017). L'univers du libre se rapproche de celui des communs en ce sens que pour les penseurs et les acteurs de la LT, la documentation librement accessible doit constituer un patrimoine collectif. Toutefois, cette idée n'entre pas exactement dans la définition communément admise des communs qui nécessite plusieurs piliers, s'agissant de « ressources gérées collectivement par une communauté [établissant] des règles et une gouvernance dans le but de préserver et pérenniser cette ressource » (lescommuns.org). Lorsque la ressource est gérée par une entité individuelle (une personne, une entreprise), il convient sans doute mieux d'évoquer l'économie de la connaissance, où la matière première clé se situe dans les ressources immatérielles (connaissance et savoir-faire), pour la mise en œuvre desquelles le capital humain peut faire l'objet d'une transaction commerciale. Enfin il est relevé, dans une logique similaire à la théorie de la non-scalabilité (Lowenhaupt, 2021), que le MLT se développant, des principes clés tels que l'appropriation, le retour aux sources (bases) et la dépendance au contexte pourraient disparaître (Tanguy, Carrière *et al.*, 2023). Ces éléments posent ainsi la question de l'évolution des BM.

1.2.1.4. Les business models de transition

Alors que certains auteurs semblent placer le salut des BM LT au sein d'une économie parallèle en utilisant un type de monnaie alternative (Foata-Prestavoine, 2022) ou en sortant de l'économie privée (Table ronde « Communs et territoires », Séminaire 3S, 2023), d'autres encouragent « l'entrepreneur valeureux », respectueux de l'autre et de la planète, au changement de paradigme en repensant son BM par la définition et l'ancrage d'une « mission merveilleuse » dans le projet entrepreneurial (Briand-Decré, 2023). D'autres encore mettent en garde contre la standardisation qui ferait perdre à l'esprit LT une partie majeure de sa

substance en termes d'encapacitation, de technologie appropriée et d'adaptation (Lauwenhaupt, 2021 ; Lefebvre 2022 ; Tanguy, Carrière *et al.*, 2023). Dans tous les cas, un autre modèle paraît nécessaire pour la transition, particulièrement pour celle qui s'inscrit dans la DLT. La littérature propose de nombreuses recherches sur les BM soutenables au sens de la TBL, ou circulaires. Mais l'économie circulaire, si elle oblige à développer les partenariats et les échanges, ne s'appuie pas spécifiquement sur une économie locale, tandis que la cible TBL, partagée avec l'économie régénérative, ne valorise pas spécifiquement l'appropriation des technologies. Des projets de recherche comme *Restart* en Finlande, proposant 7 étapes pour transformer son BM et le rendre soutenable, semblent prendre le raccourci de la *high-tech*, proposant ainsi une vision « techno-solutionniste » à l'inverse de la DLT, tandis qu'Alexander & Yacoumis (2018) étudient la résilience permise par les LT en s'intéressant aux technologies appropriées, associées aux réalités économiques et sociales, mais n'abordent ni le terrain du BM, ni l'appropriation des technologies. Bocken, Rana & Short (2015) évoquent les modèles associés à l'économie de la fonctionnalité et de la coopération avec des modèles *peer-to-peer* comme levier de changement de paradigme, sans qu'on puisse bien y inclure toutefois les concepts de la DLT. Grimaud, Tastevin & Vidal (2017) s'en rapprochent davantage en étudiant les mécanismes de l'innovation *wild-tech*. Le projet pédagogique « Contexte économique, social et environnemental » encadré par Boldroni (2020) présente de son côté un état de l'art des BM de transition, sans trouver de proposition accordée à la DLT. Cependant, un élément clé revient ordinairement dans l'ensemble de ces réflexions, celui du partenariat, de l'importance de la coopération, de la création de liens et d'échanges, autrement dit du faire ensemble. Les questions de l'*open source* et de l'encapacitation amènent donc logiquement celle du BM. La littérature semble ne traiter que peu cette question spécifique du lien entre BM soutenable et *open source*. Les BM théoriques de soutenabilité, de circularité, plus globalement de transition, y compris ceux de l'ESS, mettent en avant la structuration des partenariats, insistent sur les externalités environnementales et sociales par exemple, orientent la répartition des revenus, mais n'incitent habituellement pas le client ou le concurrent à s'emparer du cœur de l'affaire pour devenir en capacité de la reproduire à souhait. C'est donc cette problématique que nous analysons ici.

1.2.2. Types d'économie et entrepreneuriat low-tech

1.2.2.1. « Low-tech » et « basse » ou « faible technologie »

L'expression « low-tech » désigne peu la DLT, mais plutôt la classification de l'OCDE en fonction du secteur d'activité (plutôt traditionnel et manufacturier) et de l'intensité de la R&D (Hirsch, 2008a). Même si ces critères sont remis en cause par plusieurs auteurs (Hertog, Gallouj & Segers, 2011 ; Maninggar, Hudalah, Sutriadi, & Firman, 2018 ; Mikhailov & Puffal, 2023), l'expression est toujours utilisée en ce sens, qu'il s'agisse de produits ou de services – spécifiquement pour Hertog *et al.* – (Hansen & Winther, 2015 ; Haudeville & Le Bas, 2016 ; Hirsch-Kreinsen, 2008b ; Maninggar, Hudalah *et al.*, 2018 ; Mikhailov & Puffal, 2023 ; Petrou & Daskalopoulou, 2009). Il en est de même dans la revue *Techniques de l'ingénieur* où, sur 5 articles récents analysés, 4 évoquent la LT au sens de l'OCDE (OCDE, 2011), 1 l'évoque en tant que solution de récupération de matériaux dans le cadre de l'agriculture urbaine, sans développer davantage.

Aucun n'évoque de DLT, alors que les thématiques des articles paraissent tout à fait adaptées au propos (André, 2022 ; Dumat, 2019 ; Léger, 2019 ; Meingan, 2017 ; Tyl, Pialot, Vallet, & Millet, 2017).

On trouve ainsi globalement l'idée que la R&D s'est concentrée sur les industries du secteur des *high tech*. On distingue surtout deux significations très différentes pour une même expression, et une motivation politique forte pour la DLT, prônant généralement la sobriété comme un synonyme de décroissance, eu égard aux ressources planétaires d'une part, d'autre part au système capitaliste guidé par la finance et à ses effets, notamment sur la société qu'il aboutit à aliéner.

1.2.2.2. Autour d'un modèle d'affaires low-tech

Il n'existe pas dans la littérature de BM LT théorique. Quelques lectures autour de modèles soutenable peuvent aider à constituer des repères permettant, par comparaison, de mieux caractériser la DLT, mais aussi de percevoir des similitudes parfois fortes avec des propositions d'entrepreneuriat soutenable.

Sempels & Thuillier (2022) proposent un modèle d'entreprise régénérative, proche de l'entreprise permaculturelle, et donnent 17 principes caractéristiques, dont 14 sont des éléments communs à la DLT⁵. L'ensemble des principes portent sur une approche systémique, le bien commun, le respect et l'inclusion de la planète et des autres, l'éthique, le *care*, la sobriété, promouvant également un changement de paradigme.

Dans le même état d'esprit, Kate Raworth propose la théorie du *Donut* dans laquelle l'activité humaine, pour être soutenable, doit se situer entre un plafond environnemental (les limites planétaires à ne pas dépasser) et un plancher social (le minimum requis pour ne pas nuire à l'homme).

Joyce & Paquin proposent un BM canvas à 3 couches (économique, sociale, environnementale) présentant l'intérêt de prendre en compte la TBL non pas sous sa forme inclusive, mais croisée. Les 3 couches se concrétisent toutefois en 3 plans dissociés, ce qui a l'inconvénient de rendre moins immédiate la portée systémique du BM, et présente des éléments sociaux et environnementaux plutôt allégés par rapport aux exigences de la DLT, en l'appliquant en sus à Nespresso. Il s'agit d'ailleurs moins d'un modèle de transition qu'un BM associé à la « croissance durable » (2016, § 4.2.1.).

Bocken *et al.* (2013, 2015, 2016) développent progressivement une proposition de BM soutenable, consistant d'abord en un outil de cartographie de la valeur pour aider les entreprises à créer des propositions mieux adaptées à la durabilité, qui inclut les trois dimensions de la TBL (2013). Puis les auteurs proposent un nouveau cadre pour élargir le caractère vertueux d'un BM à l'ensemble de la chaîne de valeur, en insistant sur une pensée systémique et sur la coopération (2015), mais en s'appuyant sur l'économie de la fonctionnalité, pour laquelle il faut remarquer que les externalités positives peuvent être facilement dévoyées en incitant à une consommation excessive, et produire des effets contraires aux bénéfiques attendus pour la société et l'environnement. Enfin, les auteurs interrogent la notion de suffisance : « How can sufficiency serve as a driver for sustainable business model innovation in companies ? », et remarquent que les 4 cas observés entrent dans le domaine de la durabilité forte (croissance organique, incitation à ne pas

⁵ Tableau comparatif : <https://drive.univ-rouen.fr/f/155995f9e2ad4d33b9f8/>

consommer, éducation du consommateur, prix élevés correspondant à un coût élevé, etc.), essentiellement grâce à un socle de valeurs fortes et partagées en interne, même si une impulsion réglementaire peut être parfois nécessaire (2016). Les BM de suffisance se rapprochent de la DLT et en partagent plusieurs aspects, l'encapacitation et l'essaimage lui restant toutefois des principes quasi-uniqes.

Leur trouvant *a priori* des avantages certains, Rosca, Arnold & Bendul s'intéressent par ailleurs aux externalités des modèles fondés sur les innovations frugale et inverse, pour des produits *Bottom of the Pyramid* (2017). Ces modalités d'innovation se rapprochent aussi, par quelques aspects, de la DLT. Mais ils remarquent que « Sustainability is not inherent to frugal and reverse innovation », même s'ils constatent souvent des bénéfices sociaux et écologiques.

Plus récemment, J.-C. Boldrini propose une très complète matrice intitulée BM3C2 (*Business Model Multi-actor Multi-level Circular and Collaborative*)⁶, poussant le concept d'économie circulaire notamment en incluant les partenariats sur l'ensemble de la chaîne de valeur, et les externalités environnementales et sociales (Boldrini & Antheaume, 2021). Toutefois, la matrice semble visuellement limitée à l'association simultanée de 3 partenaires, et si l'économie circulaire montre des points communs avec la DLT, quoiqu'ici poussée, elle se place bien en-deçà des exigences des principes LT.

La DLT peut aussi se distinguer des propositions de BM soutenables en ce sens qu'elle ne paraît pas avoir été initialement pensée pour intégrer l'univers entrepreneurial, mais au contraire plutôt comme une manière parallèle, dans le cadre de groupes informels ou d'associations déclarées, de se doter des outils nécessaires à la vie quotidienne en s'efforçant de ne pas participer à nourrir un système économique dénoncé et refoulé : il s'agit de montrer qu'il est possible de faire autrement, et c'est précisément cet « autrement » qui amène les différents points de tension dans l'entrepreneuriat LT (EnLT), i.e. l'encapacitation et ses implications, notamment.

⁶ <http://www.bm3c2.fr/index.php/matrice-bm3c2/>

II. Méthodologie

II.1. Méthodologie globale

La recherche est de type exploratoire et privilégie une perspective qualitative. 16 entretiens formels⁷, semi-directifs, voire compréhensifs – la distanciation étant généralement difficile à réaliser – (Lejeune, 2019) ont été menés. Une quantité importante de documents ont été lus pour tenter de comprendre et délimiter l’objet de la recherche, essentiellement issus des littératures grise et professionnelle, et de la presse. La documentation s’est réalisée selon les mêmes termes que pour la collecte des données cartographiques. Le croisement des informations a généralement permis de les valider ; les zones d’ombre qui subsistent sont indiquées.

Nous éprouvons une grande difficulté à qualifier plus précisément la démarche retenue, malgré des lectures en ce sens (Ayache & Dumez, 2011 ; Fronda & Moriceau, 2000 ; Giordano, 2003 ; Hlady Rispal, 2015 ; Kalika, Mouricou, & Garreau, 2021 ; Kaufman, 2016 ; Koenig, 2006 ; Lejeune, 2019 ; Point, 2018). Nous avons par exemple le sentiment d’émarger sur plusieurs paradigmes de recherche tels qu’ils peuvent être présentés par Giordano (2003, p.25), sans pouvoir nettement n’en retenir qu’un, et nous tournons volontiers dans un premier temps vers la qualification de « bricolage » apparaissant dans de nombreux ouvrages méthodologiques, tout en essayant de rester méthodique et rigoureux.

Le champ de recherche s’étend à la France parce que le mouvement, « l’archipel low-tech » (Gilbert, 2020), organisé en réseau et bénéficiant des plateformes relationnelles numériques d’une part, d’autre part essaimant et reliant des organisations affiliées ou ralliant des organisations tierces, peut difficilement être circonscrit à un territoire plus restreint dans le cadre d’une étude exploratoire. De nombreuses initiatives qui contribuent à définir le MLT ou la DLT, ou qui apportent un éclairage particulier, existent ainsi à différents endroits de l’hexagone.

Le champ de recherche se restreint à la France, quoique le mouvement paraisse francophone et s’étende en Belgique, Suisse, Canada, Cameroun, Luxembourg, pour lui poser une limite cohérente en termes de culture, réglementation par exemple, et parce qu’il a pris forme et continue d’être développé en Bretagne. Aux États-Unis existe depuis 1976 le National Center for Appropriate Technology, dont la démarche présente de très fortes similitudes avec le MLT, mais où *low-tech* signifie davantage *low-cost* ou n’utilisant pas, par nature, de hautes technologies. C’est d’ailleurs ce critère utilisé par l’OCDE pour catégoriser les

⁷ D’une durée comprise entre 45 et 90 minutes, 17 entretiens formels : Clémence Arnaud (mémoire M2 LT et entrepreneuriat) ; Aurélien Béranger (doctorant info-comm LT), Jules Calage (étudiant L3 sociologie, mémoire sur documentation LT avec Meyer) ; Arnaud Crétot (dirigeant NeoLoco) ; Luc Dando (inventeur d’un concentrateur solaire) ; Florian Dulché (formateur en sécurité alimentaire) ; Cyril Durand (enseignant EPF Montpellier, FabLab Manager) ; Manuel Gauthier (Cap Low-tech) ; Loïck Kalioudjoglou (dirigeant Enerlog) ; Jefferson Le Bian (dirigeant Breizh Bell) ; Mewen Michel (Tro-Heol) ; Paul Mouraz (dirigeant L’Avant d’après) ; Marc Pereygne (Responsable stratégie d’éco-conception Décathlon) ; Grégoire Pourcelot (auto-constructeur Lytefire Grenoble) ; Florian Vireton (Atelier Lowtonome (conseil et enseignements) ; Romain ZAMBONI (dirigeant micro-brasserie solaire).

secteurs de « basse technologie » (OCDE, 2011). Enfin, pour Nancy Bocken par exemple, « Low tech is not very much a topic in the Netherlands »⁸.

II.2. Cartographie

II.2.1. La construction de la base de données

La cartographie s'inspire ici de l'analyse de réseau et emprunte le vocabulaire et les concepts aux champs de la sociologie et de la théorie des graphes. Grandjean rappelle que « les méthodes quantitatives en SHS nous ont habitués à la production de visualisations de données qui nécessitent un travail considérable pour passer de la source à la donnée, puis de la donnée à la représentation graphique » (2018, p.28). Notre point de vue est toutefois qualitatif puisque nous n'utilisons de traitement statistique ni dans l'élaboration de la cartographie, ni dans l'analyse de réseau ; seuls les algorithmes permettant de former une visualisation usent de ces traitements.

Pour cette recherche, il s'agissait initialement de parvenir à représenter l'EcoLT, incluant des entités disparates (individus, plateformes numériques, organisations, événements ponctuels...) et connectées (personnes issues d'une même formation, ayant participé à un même événement, ayant eu une activité sur une même plateforme numérique ou dans une même association...) à des moments et à des endroits donnés. Le principe retenu est celui de la matrice d'adjacence issue du travail de Moreno, complexifiée par l'ajout de possibilités variées : ajout et prise en compte de données temporelles et géographiques, d'entités interconnectées qui sont des êtres ou des choses, et de types multiples de connexions. Il s'agit donc d'élaborer une BDD contenant d'une part les entités (sommets), d'autre part les liens qui les unissent (arêtes), le tout rapporté à des moments et à des lieux.

La construction de la BDD a nécessité un très grand nombre d'itérations, au fur et à mesure de la découverte et de la compréhension des outils techniques autant que de l'objet de recherche, pour aboutir à une organisation relativement standardisée et à un contenu exploitable en termes techniques et scientifiques (notamment, la qualification ou le codage des entités), qui permette aisément d'être repris et exploité par d'autres personnes quel que soit le logiciel utilisé⁹.

À chaque sommet ou entité correspond une identification unique (un nombre) et un attribut principal (entreprise, formation, plateforme...) pour identifier sa nature. Des attributs supplémentaires peuvent caractériser plus en détail chaque entité en lui apportant des éléments clés permettant d'interroger la BDD sous des angles variés, puisqu'un même individu peut posséder un intérêt variable selon l'objectif du

⁸ Nancy Bocken, Professor in Sustainable Business, Maastricht Sustainability Institute, School of Business and Economics, Maastricht University. Échange par mail le 6 août 2023 sur la question des LT dans ses travaux de recherche sur les BM soutenables ou « suffisants ». L'échange souligne par ailleurs l'intérêt qu'il y aurait à comparer différentes théories de BM soutenables, plus particulièrement suffisants, pour en saisir les principes communs et différences contextuelles.

⁹ La visualisation de données appartenant à des cadres spécialisés, les logiciels, documentations techniques et présentations théoriques ne sont ni vulgarisés ni regroupés, et par conséquent difficilement accessibles. Les outils d'apprentissage, notamment les tutoriels, concernent des logiciels différents, des versions différentes d'un même logiciel, différents formats de données (GEPHI, Excel...), différents types de données pour lesquels les méthodes de traitement sont différentes.

chercheur, selon qu'il est entrepreneur, chercheur, membre actif d'une association, salarié de l'ADEME par exemple. Une formation peut présenter des contenus d'enseignement LT ou bien avoir un intérêt parce qu'elle a permis à 2 individus de se rencontrer. L'objectif visé est donc que la BDD puisse être interrogée de toutes les manières possibles, sans pour autant que sa complexité en empêche l'utilisation.

À chaque arête ou lien entre deux entités correspond une caractérisation (description de la relation). Les relations pouvant être de natures extrêmement diverses et spécifiques, et la BDD ayant plutôt vocation à être interrogée à partir des entités dans le cadre de notre travail, elles n'ont pas été rigoureusement codées même si nous avons cherché à les optimiser pour réduire leur nombre et améliorer leur lisibilité.

La procédure de caractérisation des entités (attributs), par ses itérations, par une réflexion systématique sur les ressemblances et différences (Ayache & Dumez, 2011), par la comparaison deux à deux d'items pour aboutir à des catégories compréhensibles et exploitables, pertinentes eu égard à l'objet de la recherche, par une nécessité d'interprétation encore, se rapproche des méthodes de codage. Toutefois, la procédure n'aboutit pas à établir des concepts pouvant servir l'explication d'un phénomène (Point, 2018), même si Ayache & Dumez préfèrent au codage une fonction de « quadrillage » d'un matériau volumineux (2011), et ne repose pas vraiment sur des matériaux qu'il aurait fallu spécifiquement encoder afin de « qualifier une expérience » (Lejeune, 2019), précédant un codage axial puis sélectif.

La BDD élaborée comporte ainsi 2074 sommets et 2354 arêtes (2937 arêtes citations comprise).

Deux graphes distincts sont élaborés, tous les deux booléens : un graphe pour le réseau reconstruit de l'EcoLT, non orienté, puisqu'il n'a pas été possible de définir systématiquement des sources et des cibles, et un graphe de citations, orienté, reprenant les références bibliographiques citées dans quelques exemples des littératures académique, grise ou professionnelle portant sur la LT : la source est le document citant, la cible est le document cité. L'objectif de ce dernier graphe de métadonnées est de faire ressortir les documents de référence, dans une double perspective épistémologique et de compréhension, là aussi, de la construction du MLT.

La cartographie de l'écosystème a été construite pour pouvoir l'exploiter de manière géographique d'une part (inclusion des latitudes et longitudes), dynamique d'autre part (inclusion de dates et durées). Les démarches globale et égocentrique se mêlent, dans la mesure où la construction s'opère parfois à partir d'une organisation ou d'une plateforme, parfois à partir d'un individu, chaque entité présentant immédiatement ses propres connexions, et des connexions supplémentaires pouvant s'établir au fil du temps avec l'obtention d'une information nouvelle.

La construction de la BDD s'est étalée de février à juin 2023, au gré de recherches ciblées d'informations (i.e. en étudiant un cas entrepreneurial) ou d'informations obtenues aléatoirement lors de discussions, de lectures de presse par exemple. La sélection de la population s'est d'abord faite par le repérage d'entités appartenant au MLT (organisations et ses membres œuvrant explicitement dans le champ de la LT), et parfois par le repérage d'entités ayant permis à ces organisations ou ses membres de mener à bien leur

activité (c'est notamment le cas pour l'établissement des écosystèmes des entreprises dont le BM est étudié, ce qui permet de comprendre par exemple comment l'organisation est financée ou quels sont ses partenaires privilégiés). Les techniques de collecte utilisées sont manuelles et concernent l'analyse de documents, de réseaux sociaux (LinkedIn et Facebook), l'observation directe, l'entretien formel ou informel.

II.2.2. La collecte des données

Les données ont été collectées selon plusieurs phases à chaque fois en partant d'une entité (e.g. : l'entreprise Breizh Bell). La caractérisation de l'entité (type d'organisation, lieu, historique...) constitue une première phase donnant généralement lieu à plusieurs étapes ou sommets (les dirigeants, les sites d'exercice de l'activité, les rencontres ou participations mentionnées...), qui sont eux-mêmes caractérisés (phases suivantes), produisant ainsi un réseau d'entités. On considère qu'on atteint les limites du champ de recherche lorsque les liens ainsi observés ne montrent plus de relation pertinente avec les différentes entités du MLT. Cela pose évidemment une difficulté et un biais possible puisqu'on ne connaît pas les relations *a priori* ; il s'agit alors de s'appuyer à la fois sur l'expérience progressivement acquise et sur le « rendement » de la recherche, en essayant d'aller le plus loin possible pour décrire et expliquer l'EcoLT et d'arrêter de « tirer le fil » lorsqu'il apparaît que l'entité observée polluerait davantage l'écosystème plutôt qu'elle ne contribuerait à sa lisibilité.

Les entités donnant lieu à une recherche et les liens entre chacune ont été définis selon les modes habituels de la recherche qualitative¹⁰, à partir de données secondaires ou primaires : articles et communications académiques, littérature grise, littérature professionnelle, réseaux sociaux (LinkedIn, Facebook, Youtube), articles de presse, reportages ou séries télévisés, radiophoniques et web, sites web et blogs des organisations, plateformes numériques (LowTRE, LTL, Discord), documents internes ou légaux, entretiens semi-directifs (téléphoniques, visio, face à face) se rapprochant parfois de l'entretien compréhensif (Giordano, 2003, p.15 ; Lejeune, 2019), échanges et discussions informelles (face à face, mail, messagerie de réseaux sociaux), observation participante ou non, participation à des forums, conférences (grand public ou recherche), webinaires par exemples.

II.2.3. La visualisation

Pour former la visualisation de l'EcoLT et celle des citations dans la littérature, le traitement est le même, en choisissant un graphe organique. Les couleurs attribuées aux entités sont utilisées pour représenter les clusters (sous-communautés) ; les tailles sont utilisées pour représenter les degrés de centralité (importance des connexions). Quatre étapes principales sont nécessaires :

- Import de la BDD en choisissant les informations
- Élimination des doublons, réparation des erreurs
- Spatialisation et « classement » :

¹⁰ « Dans les recherches qualitatives, les modes de collecte sont principalement 'l'entretien compréhensif' (Kaufman, 1996), l'observation (participante ou non) (...) et les documents internes. » (Giordano, 2003, p.15 ; Lejeune, 2019).

- 1^{er} traitement : différencier les nœuds en leur donnant une taille en fonction de leur degré (nombre de connexions) ;
 - 2^e traitement : disposer les nœuds de manière gravitationnelle (par attraction-répulsion) pour démêler la visualisation : algorithme de Fruchterman Reingold (valeurs : 20 000 ; 10 ; 10). On remarque déjà quelques groupes qui se distinguent dans la communauté.
 - 3^e traitement : Calcul du degré moyen des nœuds, qui permet de faire ressortir (colorer) les nœuds en fonction de leur degré, puis algorithme Force Atlas 2 pour disperser les groupes
 - Traitements suivants : ils consistent à réaliser d'éventuelles mesures (modularité, centralité par exemple) permettant de faire ressortir ensuite, en modifiant les tailles ou les couleurs, les éléments souhaités.
- Visualisation : c'est l'ensemble des étapes qui, après les calculs statistiques et algorithmiques, permettent de produire un rendu lisible (couleurs, chevauchements, attributs...).

II.3. Étude de cas. « Apprenez à faire vous-mêmes ce que je vends » : la surprenante proposition de valeur de l'entreprise low-tech

II.3.1. Contexte

Quatre entreprises présentant cette double proposition paradoxale constituent l'étude de cas. Il s'agit de quatre TPE pour la plupart récentes : Aezeo, créée en 2013 (SARL), NeoLoco créée fin 2018 (CAE puis SARL SCOP en avril 2023), Breizh Bell en juin 2020 (SAS), Enerlog en 2021 (SARL SCIC). Elles commercialisent à proprement parler des produits manufacturés. Parmi elles, Aezeo et Enerlog commercialisent des systèmes liés à l'autonomie énergétique, et NeoLoco et Breizh Bell commercialisent des produits alimentaires nécessitant des process suffisamment élaborés pour n'être pas facilement reproductibles. Cette caractéristique accentue l'intérêt d'étudier le paradoxe relevé. Chacune propose enfin de transmettre la capacité de reproduire le produit vendu, par la voie de la formation ou de l'*open source*.

II.3.2. Choix des entreprises

Premièrement, les entreprises sélectionnées paraissent représentatives du MLT sous trois aspects :

- **Les personnes qui en sont les acteurs sont étroitement liées au MLT**, parce qu'elles établissent des relations et échangent avec les entreprises et les acteurs de la LT¹¹, et parce qu'elles participent activement au MLT à travers leur participation à différents événements estampillés LT. Par exemple : l'un des associés de Breizh Bell est membre du LTL de Boulogne-Billancourt ; Arnaud Crétot (NeoLoco) est le « Référent Métiers Low-tech » de l'entreprise La Belle Tech (site web La Belle Tech¹²) ; il intervient dans une table ronde intitulée « La démarche low-tech en entreprise » lors du Forum LT de l'école Centrale Nantes en mars 2023¹³, de même qu'Enerlog, membre de l'association APALA pour laquelle le but non lucratif est d' « apporter des solutions techniques aux

¹¹ La BDD cartographiant l'EcolT permet de montrer ces interactions.

¹² <https://labelletech.fr/>

¹³ <https://www.ec-nantes.fr/centrale-nantes/actualites/1er-forum-low-tech-a-centrale-nantes-une-journee-pour-mettre-en-avant-lecosysteme-low-tech-nantais>

problématiques de soutenabilité de nos modes de vie », « par une approche scientifique et avec une démarche low-tech »¹⁴ ; Arnaud Crétot intervient également en tant qu' « engagé dans la LT en Normandie » dans un webinaire¹⁵ ; Aezeo participe au Festival LT de Concarneau en juin 2022, ou à une table ronde « Autour des solutions LT » à l'UBS le 14 mars 2023.

- **La LT est explicitement présente dans les discours, la communication des entreprises.** Ainsi, le titre du site commercial de Breizh Bell est « Production Low-tech de champignons ». L'expression y apparaît au moins 6 fois ; une photographie exhibe Corentin de Chatelperron, figure historique du LTL visitant l'entreprise ; Breizh Bell affiche par ailleurs son partenariat avec le LTL de Concarneau, sur le Wiki duquel elle a publié deux tutoriels courant 2023. Le site web NeoLoco est plus laconique à ce sujet ; il relaie simplement une « Enquête » du LTL, et ce sont surtout les réseaux sociaux de l'entreprise qui communiquent sous la bannière LT : compte lié au LTL, à Low-tech Nation, à La Belle Tech, au *Low-tech Journal* par exemple, et publications (« C'est notre définition de ce que beaucoup appellent la #LowTech »¹⁶) ou partages commentés d'informations (« Il est temps de faire une place au soleil à la Low Tech », à propos de NeoLoco¹⁷). Lors du webinaire ConsolFood du 3 avril 2023 par exemple, Arnaud Crétot présente un dessin de l'écosystème du four solaire Lytefire, présentant l'ensemble comme « low-tech ». Sur le site de La Belle Tech, on parle de « L'industrialisation d'une low-tech professionnelle (un four solaire de 8 kW à destination des professionnels de l'agro-alimentaire) ». Enerlog enfin va jusqu'à placer la LT dans son objet social, et Aezeo décrit ses produits comme des « équipements low-tech et locaux ».
- **Les entreprises identifient clairement le partage et l'autonomisation comme valeurs essentielles.** Les notions d'*open source*, de transmission et de partage des connaissances, d'*empowerment* plus globalement, élément clé de la DLT, sont mises en exergue par Aezeo : « créer une chaîne de savoir-faire », par Enerlog : « Animation de stages visant à accompagner des auto-constructeurs de solutions low-tech », par NeoLoco : « partager afin d'aider les autres à se lancer », « partage des savoir-faire », et par Breizh Bell qui présente au moins 9 occurrences des mécanismes d'encapacitation qu'elle propose (on y trouve 4 fois l'expression « partage de connaissances »).

Ces exemples d'appartenance au mouvement et à la démarche LT s'ajoutent aux très nombreuses occurrences de presse qui qualifient ces entreprises en lien direct avec la LT.

Deuxièmement, la taille et la relative jeunesse des entreprises, ainsi que les secteurs d'activité, ont constitué les derniers critères de sélection.

- Alors que Bouygues, Orange, Leroy Merlin ou Décathlon présentent des affiliations explicites avec le MLT (publicité, concours d'innovation ouverte, ...), nous avons pris le parti d'observer de **jeunes**

¹⁴ <https://www.apala.fr/>

¹⁵ 11 octobre 2022, organisé par la CCI Normandie, L'ADEME Normandie et le CRESS Normandie.

<https://neci.normandie.fr/index.php/actualites/replay-webinaire-low-tech-l-ess-s-engage-en-normandie>

¹⁶ Publication Facebook du 14 mars 2023.

¹⁷ Sur le compte du LTL France, 29 mars 2022.

entreprises, qui se sont créées en lien direct avec l'émergence de la DLT, locales, issues de la sphère LT, et ayant spécifiquement conçu un BM dans une démarche affichée LT, puisque c'est notre propos d'observer ces BM particuliers. Govindarajan rappelle en effet, à propos de la raison d'être d'une entreprise, qu'il est plus facile « pour une nouvelle organisation (...) de travailler sur ses valeurs fondatrices » que pour une entreprise déjà existante. (Bollinger, Neukam, Burger-Helmchen, 2023), et ce critère permet aussi de ne pas multiplier les problématiques liées à un potentiel changement de paradigme (changements stratégiques et managériaux, questions des filiales ou de la gouvernance...).

- Les secteurs d'activité concernés posent par ailleurs question dans le cadre de la transition (Alexander & Yacoumis, 2018), de l'autonomie et de la souveraineté, et en sont peut-être les plus représentatifs : **l'énergie et l'alimentation**. En l'occurrence, la production alimentaire s'appuie sur des sources énergétiques entrant dans la sphère LT, comme le solaire ou l'éolien. Les produits proposés entrent dans le champ de l'utile : il s'agit de répondre à l'un des besoins essentiels de l'homme (se nourrir, se chauffer). Enfin, les produits manufacturés vendus par les quatre entreprises, les process de fabrication, les activités commerciales de transmission des connaissances (vente de formations) ou non commerciales (mise à disposition de documentation en *open source*) constituent un ensemble répondant *a priori* aux 7 principes clés des technologies et de la démarche LT méthodiquement identifiés (Tanguy, Carrière, Laforest, 2023).

II.3.3. Étude des BM

Les BM de ces entreprises ont chacun été étudiés en croisant trois méthodes. D'abord, à travers la lecture et l'analyse des propositions commerciales essentiellement disponibles sur les sites web des entreprises et plus marginalement sur leurs comptes de réseaux sociaux, l'ensemble présentant les activités et des éléments de communication (valeurs, histoire, objectifs...). Ensuite, à travers la documentation légale disponible (actes, statuts, procès-verbaux d'assemblées générales par exemple). Enfin, grâce à des entretiens semi-dirigés d'une durée de 60 à 90 minutes chacun avec les dirigeants¹⁸. À ce recueil d'informations peuvent s'ajouter des éléments issus de rencontres, lectures de presse, témoignages.

Il faut enfin indiquer que nous avons simplifié la lecture du BM de chaque entreprise : pour chaque cas, un seul produit est observé, correspondant au produit phare de l'entreprise associé à une encapacitation. Dans la plupart des cas, l'entreprise commercialise d'autres produits. Leur observation n'apporterait ici de modification ni à la problématique soulevée, ni à son traitement, ni à ses résultats. Lorsqu'ils apparaissent utiles pour expliquer un modèle de revenu par exemple, ces éléments sont toutefois précisés.

¹⁸ Pour Enerlog : Loïck Kalioudjoglou (6 juin 2023). Pour NeoLoco : Arnaud Crétot (6 avril 2023). Pour Breizh Bell : Jefferson Le Bian (17 février 2023). Pour Aezeo : plusieurs demandes directes ou retransmises ont été faites auprès de Samuel Le Berre, qui n'a pas pu nous répondre.

III. Résultats

III.1. Cartographie

En termes de résultats pour répondre à question de recherche, la cartographie de l'EcoLT n'apporte que peu d'éléments. Elle est d'abord un moyen de saisir rapidement les interactions entre entités, et de reconnaître l'existence d'une communauté, organisée autour de quelques entités phares (clusters comme le LTL, la plateforme LowTRE) et au sein de laquelle on peut distinguer « le noyau dur, les membres actifs et les membres périphériques » (Arzumanyan & Mayrhofer, 2018, citant Wenger *et al.*, 2002) en fonction de leur degré de connexion aux autres entités.

La cartographie permet aussi de saisir plus nettement les interactions entre l'enseignement, la recherche et l'entrepreneuriat par exemple. Pour les chercheurs ou les acteurs de l'EcoLT, elle peut constituer un outil qui n'existait pas et pour lequel un besoin se fait sentir (recensement des initiatives LT par le LTL ; enquête financée par l'ADEME PACA « Identification des acteurs, des freins et des besoins », destinée à cartographier la recherche liée à la LT ; souhait exprimé sur les plateformes et réseaux sociaux)¹⁹.

La cartographie des citations, quoiqu'incomplète et aléatoire, permet en l'état de constater deux choses :

- Les écrits de loin les plus cités sont les écrits fondateurs ou inspirants : Bihouix (2014 et 2021) en premier lieu, puis Schumacher (1973) et Illich (1973) *ex aequo*. En 3^e position arrive Grimaud, Tastevin & Vidal (2017), et en 4^e rang *ex aequo* : La Fabrique écologique (2019), Florentin & Ruggeri (2019), Roussilhe (2020), Abrassart, Jarrige & Bourg (2020).
- La recherche académique prenant comme objet la LT ne s'est pas suffisamment développée – et n'est sans doute pas suffisamment diffusée²⁰ – pour être citée. Un seul écrit académique figure parmi les références citées *supra* : Grimaud *et al.* (2017).

Les fichiers image en .PDF peuvent être agrandis mais ne permettent pas une interaction afin d'isoler un acteur et ses propres interactions par exemple. Seul le fichier source le permet via le logiciel GEPHI (ou un autre logiciel compatible). Quelques visuels figurent en annexe, et l'ensemble des fichiers complets sont disponibles ici : <https://drive.univ-rouen.fr/d/2b921512635b4e7397dc/> .

Enfin, les coordonnées géographiques des entités intégrées à la BDD ont été collectées, dans l'objectif de réaliser un traitement statistique via QGIS (logiciel SIG). Le logiciel étant toutefois lui aussi très difficile à manier, nous n'avons pas abouti sur ce point ; seule une carte via Google Maps a été dressée, qui ne permet

¹⁹ Le recensement des initiatives sur la plateforme du LTL (« Annuaire ») n'identifie pas tous les individus mais les organisations qui créent de l'activité : commerces, formations, chantiers, associations... Il n'apparaît pas spécifiquement LT mais recense plus généralement les actions en faveur de la transition écologique ou du partage social, de la solidarité, et ne propose pas d'outil de recherche rapide. L'enquête financée par l'ADEME PACA ne produira pas de résultats avant janvier 2024.

²⁰ Alors que beaucoup d'auteurs académiques annoncent vouloir fournir des outils aux praticiens, la question de la lisibilité des articles paraît cruciale, du style et de la méthodologie d'écriture jusqu'aux plateformes de diffusion.

toutefois pas du tout de visualiser efficacement les lieux où peuvent se concentrer l'activité low-tech :

<https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1wTm8rVhAyrj6BBAu9e0PQluUiuFeTTk&usp=sharing>

III.2. Quelques implications de la démarche low-tech sur l'innovation et l'entrepreneuriat

III.2.1. La question de la communauté

Cataldo définit 7 principes d'une communauté de pratique (CP), associables au MLT, et qu'il serait par ailleurs possible de mettre en lien avec les notions d'innovation ouverte ou d'intrapreneuriat : « (1) design for evolution, (2) open a dialogue between inside and outside perspectives, (3) invite different levels of participation, (4) develop both public and private community spaces, (5) focus on value, (6) combine familiarity and excitement, and (7) create a rhythm for the community. » (2009).

La collaboration, indiquée comme facteur déterminant par plusieurs auteurs pour la mise en place rapide d'innovations soutenables (produits et modèles), peut nécessiter une organisation en communauté, qui contribue à faire émerger des leviers nécessaires en tant qu'outils ou organisations : fablabs et créativité, apprentissage et développement des connaissances (Arzumanyan & Mayrhofer, 2018).

Wenger propose cette définition d'une CP : « groups of people who share a concern, a set of problems, or a passion about a topic and who deepen their knowledge and expertise in this area by interacting on an ongoing basis » (Cataldo, 2009). Karoui y ajoute la notion de confiance (2014) tandis qu'Habhab-Rave y ajoute les notions d' « engagement partagé » et d' « engagement [ou projet] commun » (2020), et rappelle que la dimension identitaire constitue une différence avec le réseau d'affaires. La CP LT peut s'apparenter à un réseau d'innovation émergent (Cusin, 2015). Enfin, alors que Leszczynska & Lesca (2007) développent le concept de communauté créative située (approche situationnelle) en soulignant le rôle des émotions dans la performance de la communauté créative et du processus d'innovation (par exemple par le biais d'un vocabulaire spécifique), Karoui tente de distinguer communautés épistémique et de pratique (2014) : l'action de documentation structurée impulsée par le LTL et reprise dans la communauté, visant la diffusion et l'appropriation des savoirs et savoir-faire, point crucial de la DLT, peut amener à considérer le MLT au croisement de ces deux types de communautés, i.e. oscillant entre l'exploration et l'exploitation. D'autres points de vue peuvent éclairer le MLT et contribuer à caractériser ce qu'il est possible de concevoir comme un type d'organisation managériale tacite, par exemple celui de communauté de connaissance tel qu'exprimé par Cohendet, Héraud & Llerena, (2011).

III.2.2. Une définition de la low-tech ?

Il n'existe pas de définition actée de la DLT, qui ferait référence. Des essais au sein ou en dehors du MLT existent. Quelques-uns doivent être évoqués.

Philippe Bihoux, dès 2014 dans son ouvrage fondateur (Bihoux, 2021), propose 7 principes de la DLT.

La présentation du LTL tient en trois mots : « Utile, Durable, Accessible ». Elle s'accorde tout à fait aux principes de Bihoux, mais présente l'inconvénient de guider peu et de permettre ainsi différentes interprétations ; elle a l'avantage d'être concise et ouverte.

Un essai de caractérisation de la DLT a été réalisé par Tanguy, Carrière & Laforest (2023) : il présente l'avantage d'être méthodique, et repose sur l'interprétation et l'opinion d'auteurs et d'individus interrogés. Il confirme la présentation du LTL en différents principes et sous-principes.

Une définition de l'ADEME existe (ADEME, 2022), qui n'a toutefois, semble-t-il, pas été le fruit d'une réflexion commune, et présente l'inconvénient majeur de confondre LT et frugalité.

Dans tous les cas, la précision est nettement insuffisante pour proposer un cahier des charges LT qui constituerait une norme. Bien que le MLT soit partagé sur l'intérêt d'un tel guidage, qui proposerait un guide de conduite clarifié mais figé, aussi bien qu'une règle à contourner dans la perspective d'un *low-tech washing*, il y a sans doute là un repère évident qui manque aux praticiens ou aux acteurs qui souhaitent se lancer dans une démarche entrepreneuriale : les principes LT très contraignants par rapport à l'organisation économique classique, de surcroît flous et peu définis, peuvent constituer autant de barrières à l'entrée, et de barrières à l'innovation LT.

Néanmoins cette absence oblige à rencontrer pour échanger, à « encourager les liens sociaux » (McMahon, 2022) et à aller chercher différents points de vue, i.e. à intégrer de manière transitoire ou plus durable la communauté LT. Cela constitue aussi un motif de formation et d'accompagnement susceptible de nourrir les activités d'acteurs de l'EcoLT, puisque des entreprises de conseil émergent dans ce domaine.

Une comparaison de quelques caractérisations de la DLT a été réalisée, ainsi qu'un essai de synthèse des grands principes de la DLT²¹ : toutes rejoignent la formule concise du LTL même si certaines la distinguent mal de la frugalité (Bauwens, 2020 ; Bihoux, 2021 ; Carrey, 2020 ; Keller & Bournigal, 2022 ; La Fabrique écologique, 2019 ; LTL ; Martin et al., 2022 ; Tanguy et al., 2023 ; Vetter, 2018. Pourraient y être ajoutés : Locuratolo & Guimbretiere, 2021 ; Mateus et Roussilhe 2023 ; Sirois-Courmoyer 2018).

Le fonds de dotation Explore, par le biais de son pôle Campus, présente la DLT comme une « démarche de compréhension et d'interrogation des rouages de notre société, de nos envies, de nos biais psychologiques, de nos habitudes, de nos freins. Puis une démarche de recherche de cohérence et de sobriété, pour nous comme pour les produits et services qui nous entourent. »²² Beaucoup de notions s'entrecroisent donc, s'associent, et finalement n'ont de valeur dans la démarche qu'en ce qu'elles se complètent et n'existent pas indépendamment. Tanguy & Carrière (2023), qui ont caractérisé la DLT par 7 principes clés et 22 principes intermédiaires, indiquant que « Chaque principe clé représente le plus petit dénominateur commun des problématiques abordées par la 'communauté LT' », n'en évitent pas moins des redondances implicites au

²¹ Lien de téléchargement du tableau comparatif : <https://drive.univ-rouen.fr/f/155995f9e2ad4d33b9f8/?dl=1> ; lien de téléchargement de la carte mentale de synthèse « Les grands principes de la low-tech » mindmap "les grands principes de la LT" <https://drive.univ-rouen.fr/d/4137a442534b4b72b74c/>

²² MOOC low-tech dont est issue la citation : <https://campus.we-explore.org/?Accueil>

niveau des principes intermédiaires : l' « accessibilité technique » (KLTP3 Appropriation) pourrait tout aussi bien se situer en KLTP2 (Réparabilité), 5 ou 6 ; la « convivialité » de la 3 selon Illich concerne également la plupart des items, l' « Adéquation aux besoins » (5) et l' « Approvisionnement local » (6) se retrouvent aussi en KLTP7 « Dépendance au contexte », par exemple. On retrouve la même problématique dans un travail visant à cartographier le concept LT (Martin, Gaultier, 2022), dans lequel 51 critères parfois redondants ou interchangeable servent à définir 8 catégories. L'étude élargit le cadre conceptuel de la LT en amenant les questions économique et politique de manière explicite : imaginaire, sens, bien-être, critique des modèles économiques, sociaux et culturels y tiennent ainsi un rôle.

C'est la force du levier potentiel LT qui utilise des éléments préexistants, en tentant de les réunir indissociablement. C'est aussi la gageure : maintenir l'association dans un contexte d'obstacles psychologiques et culturels (acceptabilité, nouvel imaginaire), réglementaires (assurances, certifications, normes), économiques par exemple (un entrepreneur raisonné dont l'objectif premier ne serait pas de générer toujours plus de revenu). Mais aussi, là où Jancovici et le Shift Project (2022) proposent des solutions pragmatiques et ciblées sur un objectif pressant, la DLT propose un nouvel ordre économique et social. Non pas que les propositions du Shift Project n'aboutissent, dans une certaine mesure, à un nouvel ordre économique par la décroissance, et par conséquent social, mais la part de rêve (ou l'ambition d'une autre société, plus juste et plus humaine) et le changement d'imaginaire, n'y sont pas.

D'office, le MLT est un mouvement d'abord politique au sens de l'organisation de la cité, dans son acception la plus sobre, ce qui n'exclut pas un militantisme qui pourrait parfois être contre-productif dès lors que les discours ne s'adressent pas à des convaincus, ou se veulent rassembleurs et, eux aussi, pragmatiques. Ainsi, un cours dispensé à l'UTC pourrait sans doute braquer des esprits qui découvriraient la DLT (Gaultier, Bernaud, Colon de Carvajal, 2023).

III.2.3. Étude de cas. « Apprenez à faire vous-mêmes ce que je vends » : la surprenante proposition de valeur de l'entreprise Low-tech

L'étude comparée de quatre cas entrepreneuriaux liés à la vente de produits manufacturés (SAS, SARL, SARL SCIC, SARL SCOP) permet de comprendre la façon dont chacun met en œuvre la proposition de valeur. Elle permet aussi d'en comprendre les enjeux et les limites. Les résultats montrent qu'au-delà de la communication et des canaux relationnels réinventés, et si des valeurs d'impact positif sont communes à l'ensemble des cas, ces premiers BM LT étudiés s'inscrivent dans des proportions très variables dans la transmission des savoirs et savoir-faire, et proposent ainsi une encapacitation à des degrés variés.

Les choix innovants de BM opérés conduisent donc *in fine* à des types distincts d'appropriation des techniques par le client-utilisateur, que nous conceptualisons en « appropriation mineure » et « appropriation majeure ». Ce degré d'appropriation permet de mesurer l'implication de l'entreprise dans la DML, pour laquelle la logique d'accompagnement constitue une caractéristique forte du projet entrepreneurial. Les résultats font enfin apparaître des questionnements liés aux pratiques nouvelles de

l'EnLT, et contribuent à mieux définir leviers et freins d'une « économie low-tech », et à mieux la caractériser.

III.2.3.1. Communication et canaux relationnels réinventés

Comme le souligne Morgan Meyer (2022a, 2022b, 2023), la documentation LT s'adjoint souvent d'un récit, sinon d'un (ré)enchantement. Le LTL bénéficie ainsi de l'image de son jeune aventurier et de ses expéditions, Corentin de Chatelperron, qui embarque aussi avec lui la rigueur et la vision de l'ingénieur. L'union des deux accentue sans doute l'intérêt pour ces « nouvelles » technologies conviviales. Arnaud Crétot a démarré son aventure par un tour du monde à vélo des énergies, lui aussi observateur et rapporteur de technologies et d'idées. L'image transmise par NeoLoco est celle d'un artisanat serein et jovial qui réconcilie travail et plaisir, temps de vie professionnelle et personnelle, et presque nature et culture. Breizh Bell s'attache à susciter l'intérêt par l'émerveillement, en racontant une histoire, en mettant en œuvre des sciences et des techniques, au service du collectif et du bien commun. Enerlog et Aezeo communiquent de manière plus pragmatique à propos du DIY/DIT, de l'autonomie et de la résilience énergétique, de la solidarité, voire de l'appartenance à « une chaîne de savoir-faire ». L'encapacitation, et même l'*empowerment* sous-jacent dans les discours, sont difficilement dissociables de la communauté que chaque entreprise promeut. L'acheteur est finalement s'éloigne du client individuel et se rapproche de l'utilisateur participant à une CP ; il est aussi moins question d'acheter un produit que de vivre une expérience inspirante, par le biais des formations vendues ou des tutoriels proposés, encapacitante de surcroît, systématiquement augmentée par la caution du statut d'ingénieur.

III.2.3.2. Les impacts positifs

Tout d'abord, constatons qu'en sus de cette correspondance à l'une des valeurs fortes sinon *sine qua non* de la DLT (l'autonomisation), l'ensemble des valeurs qui constituent généralement la LT sont également présentes dans les BM des entreprises, associant des impacts positifs imbriqués, environnementaux, sociaux et économiques, répondant donc à l'injonction d'intégration de la TBL dans les BM soutenables. Ainsi, et de manière globale, les systèmes énergétiques vendus ou utilisés dans le processus de fabrication comprennent soit des éléments de réemploi (Breizh Bell, Enerlog), soit des éléments éco-conçus (NeoLoco, Aezeo), et dans tous les cas destinés à décarboner la consommation énergétique en phase d'utilisation d'une part, d'autre part à relocaliser la production. Par exemple, Enerlog noue un partenariat avec l'association Gueules de Bois dans le cadre de la création d'une filière de récupération de bois pour la construction de son système ; NeoLoco inscrit son activité et ses formations dans la réactivation de filières agricoles locales dans le but de substituer des produits locaux aux produits exotiques habituellement consommés depuis une centaine d'années à peine, notamment le café. Les externalités environnementales positives sont ainsi directement liées à des externalités positives sociales et économiques. L'impact social généré peut lui aussi se mesurer : outre la création potentielle d'activités (NeoLoco relaie la création de 10 activités d'artisanat alimentaire solaire en France grâce à ses formations, et les formations délivrées par les trois autres entreprises invitent plus ou moins fortement à l'entrepreneuriat) délibérément choisies pour des questions

d'alignement des valeurs²³, et présentant donc des effets positifs sur le bien-être au travail, sur le sens et la satisfaction donnés à ce que l'on fait, qui forment l'un des facteurs établis du bonheur (Barthod-Prothade, 2012 ; Cadre, Rigaud & Rivière, 2017 ; Feuvrier, 2014), les échanges nombreux au travers des partenariats que les activités impliquent, parce que les systèmes enseignés dans les formations en question reposent sur l'accessibilité cette fois géographique, proposant de mettre à l'œuvre des partenaires locaux, constituent eux aussi une plus-value sociale. Les formations reposant sur des chantiers participatifs, le développement de la confiance grâce aux échanges de proximité, qu'ils soient économiques ou informationnels, la transmission des connaissances, le partage et l'entraide enfin, constituent des facteurs immédiatement perceptibles de mieux-être social. Ces trois éléments ainsi imbriqués, l'environnement, le social et l'économie, sans qu'aucun ne nuise à l'autre, se retrouve dans cet autre guide de la transition que constitue la TBL, associant le durable et l'accessible, mais aussi l'utile, s'agissant de produits répondant aux besoins primaires (se nourrir, se chauffer). La DLT va cependant au-delà, dans la mesure où elle s'intéresse à l'autonomisation, disons l'encapacitation.

III.2.3.3. Une encapacitation à des degrés variés

Les quatre entreprises mettent en avant, de façon plus ou moins directe et plus ou moins appuyée, la DLT par le biais du site web de l'entreprise, de ses réseaux sociaux, de ses partenaires, des événements auxquels chacune peut participer. La démarche est ainsi toujours et explicitement orientée vers l'encapacitation et la reproductibilité. Il s'agit à chaque fois de pouvoir acheter le produit non pas forcément « sur étagère » mais déjà fabriqué en étant le cas échéant préalablement adapté aux besoins spécifiques du client – et pour ce qui concerne les systèmes énergétiques, installation comprise. Parallèlement, ou bien en lieu et place de l'achat du produit, il s'agit de pouvoir se former à la fabrication du produit vendu – et à son installation le cas échéant. L'encapacitation semble être ainsi pleinement atteinte par l'apprentissage des techniques et procédés de fabrication proposé à qui le souhaite.

III.2.3.3.1. La documentation technique en open source (tutoriel librement accessible)

Elle est le levier d'autonomisation historique de la DLT ; elle se retrouve chez 3 des 4 entreprises (voir tableau 1), en présentant des différences importantes. Elle est en l'occurrence disponible par la voie numérique, à partir des sites web. Enerlog propose le modèle le plus radical qui transmet, outre un tour d'horizon de la « thermique de l'habitat », une documentation complète sur le produit, tandis qu'à l'inverse Aezeo n'associe pas de plan de fabrication ou d'installation aux éléments qu'elle propose par ailleurs en ligne : un livret technique référençant l'intégralité des composants et leur prix, 5 documentations dont 2 au moins sont reprises de sources extérieures, et 1 seulement indiquée comme étant « publiée par Aezeo » ; il s'agit d'éléments généraux sur les systèmes de chauffage. Neoloco ne fournit aucune documentation particulière, tandis que Breizh Bell est celle qui propose le plus grand nombre de documents librement consultables : 9.

²³ Voir témoignages des artisans impliqués ou des individus formés (en ligne, à travers les échanges face à face).

Les occurrences de documentation technique *open source* sont classées dans le tableau 1 selon trois catégories : « connaissance décorellée », « connaissance indirectement corrélée », « connaissance corrélée », pour désigner la relation entre les connaissances techniques transmises et le produit vendu. « Décorellée » indique l'absence de correspondance entre le produit vendu et les connaissances techniques transmises ; « indirectement corrélée » indique que les connaissances transmises correspondent au type de produit vendu, mais ne portent pas précisément sur le système vendu (dans les cas étudiés, elles peuvent être empruntées à des sources extérieures) ; « directement corrélée » indique que les connaissances transmises correspondent précisément au produit vendu (dans les cas étudiés, l'entreprise qui transmet l'information en a également créé le support original).

Ces modalités graduées de libre transmission des connaissances génère, côté client-utilisateur, une appropriation elle aussi graduée. Ainsi, alors qu'elle figure comme la seule à vendre un unique produit manufacturé, Enerlog met à disposition l'intégralité des éléments nécessaires à sa fabrication et à son installation, structurés dans un Wiki, permettant une appropriation majeure des techniques. Aezeo, ne fournissant pas de documentation directement corrélée, ne permet qu'une appropriation mineure, de la même manière que Breizh Bell, et en dépit du grand nombre de documentations techniques mise à disposition par l'entreprise, qui ne constituent pas par ailleurs un ensemble structuré. Par exemple, le tutoriel de fabrication d'une chambre de culture ne fournit pas les éléments techniques nécessaires (« colliers de serrage », « Gaine air », « Filtre à air » : quelles dimensions, matériaux, caractéristiques techniques ?) et ne fournit pas tous les éléments nécessaires à la culture en toute autonomie (en ce qui concerne les champignons, le tutoriel renvoie vers les « Ballots de prêt à pousser » de la boutique en ligne du site Breizh Bell). Pour le strophaire vin rouge, le substrat peut être composé de trois matières : « paille, copeaux et sciure de feuillus. Un mélange de ces trois types de matières carbonées est possible et recommandé. » Mais en quelles quantités et dans quelles proportions ? Pour fabriquer un bocal de culture liquide, un autre tutoriel précise la nécessité d'y prévoir un bouchon refermable et un bouchon filtrant ; sans autre indication, la documentation renvoie vers la boutique en ligne. Deux documentations provenant de sources extérieures ont pour objet la culture de champignon ; l'un apparaît très technique, à destination d'initiés, l'autre n'indique par exemple ni comment fabriquer du mycélium, ni comment fabriquer un inoculum, éléments pourtant tout à fait nécessaires.

III.2.3.3.2. Les formations

La double proposition commerciale des entreprises low-tech est constituée par la vente des produits parallèlement à la vente des formations qui transmettent également des connaissances techniques. Enerlog propose ses formations à qui les souhaite. Aezeo procède différemment en conditionnant la vente du produit au suivi d'une formation, par exemple à son installation : c'est semble-t-il une étape nécessaire pour que le client puisse espérer assurer son domicile avec un système de chauffage auto-construit ou auto-installé, et pour relayer la responsabilité de l'entreprise à celle de l'utilisateur. Si, à la lecture des descriptifs de formation, une appropriation majeure est attendue par ce moyen pour Enerlog et Aezeo, la question se pose en revanche pour NeoLoco et Breizh Bell. En effet, si les techniques de production du produit vendu (le

pain) et l'organisation métier spécifique sont bien l'objet de la formation NeoLoco, elle n'aborde pas la fabrication de l'outil pourtant indispensable à l'activité visée : le four solaire. La formation ne permettant pas de rompre la dépendance à un marché, elle n'autorise donc qu'une appropriation mineure. Breizh Bell de son côté propose une formation qui paraît complète, se déroulant en 5 jours, au point de constituer une UCARE (Unité Capitalisable d'Adaptation Régionale) du diplôme national BP Responsable d'Entreprise Agricole. Mais la demi-journée vraisemblablement consacrée au système de production LT, par exemple, visant l'autonomie en eau et en énergie, semble un temps insuffisant pour être formé à la compréhension technique et à la reproduction de ces méthodes. Le temps très restreint ainsi accordé à différentes étapes clés du process de fabrication peut sembler insuffisant pour bénéficier d'une réelle encapacitation, c'est pourquoi nous estimons que la formation permet une appropriation mineure.

		Enerlog	Aezeo	Breizh Bell	NeoLoco
Produit		Chauffe-air solaire	Poêle à bois bouilleur	Mycélium et supports de culture	Pain au levain, graines torrifiées
<i>Open source</i> et (Nombre d'occurrences)	Décorrélée	Oui (1)	Oui (4)	Oui (2)	Non
	Indirectement corrélée	Non	Oui (1)	Oui (2)	Non
	Directement corrélée	Oui (1)	Non	Oui (5)	Non
Appropriation	<i>Open source</i>	Majeure	Mineure	Mineure	Mineure
	Formation	Majeure	Majeure	Mineure	Mineure
Formation		Optionnelle	Optionnelle ou Obligatoire	Optionnelle	Optionnelle
Qualiopi		Non	Oui	Oui + obtention UCARE	Non
Caractéristiques formation	Durée	0,5 à 7,5 jours	0,5 à 26 jours	5 jours	1 jour
	Coût	175€ à 2625€	330€ à 4872€	1000€	185€
	Taux horaire moyen	50€	27€ à 35€ Hors matériel	28,50€	26€

Tableau 1. Synoptique des activités liées à l'encapacitation.

Ce tableau indique, pour chaque entreprise, le produit retenu pour notre étude, le caractère obligatoire ou optionnel de la formation (il arrive qu'une formation soit une condition commerciale pour réaliser le projet d'achat), la détention de la certification Qualiopi (qui permet la prise en charge de la formation par un OPCO ou une Région)²⁴, enfin le degré d'open source disponible pour tout un chacun.

III.2.3.4. Manières de générer des revenus

Le tarif horaire des formations proposées s'affiche du simple au double, de 26 à 50€. Enerlog, qui se distingue par le tarif le plus élevé, est la seule entreprise à ne pas appuyer ses revenus sur des propositions commerciales variées. Les 3 autres organisations diversifient leurs produits et canaux de vente. Aezeo vend des formations variées correspondant à différents types de projets et de systèmes énergétiques, et à la technicité beaucoup plus poussée que le chauffage solaire air d'Enerlog. NeoLoco peut s'appuyer sur la vente de son pain et de ses produits torrifiés. Breizh Bell s'appuie à la fois sur ses produits alimentaires (champignons frais ou transformés) et produits pour la culture. Les BM présentent ainsi des caractéristiques

²⁴ Éléments au 1^{er} juin 2023.

très différentes. Celui d’Enerlog apparaît à la fois comme le plus simple et le plus radical, le plus ancré dans la DLT. Aezeo vise avant tout l’autonomie énergétique, et parmi ses réponses figurent les panneaux photovoltaïques, controversés en tant que produit LT. Le BM de NeoLoco très simple en apparence pose question au regard des partenariats avec trois entreprises liées au concentrateur solaire Lytefire. Celui de Breizh Bell enfin paraît surtout orienté vers la vente de produits et la fidélisation de futurs acheteurs de semences. Les deux entreprises qui proposent des systèmes énergétiques permettent des appropriations majeures des techniques et technologies : le client-utilisateur est en capacité réelle de les reproduire. Breizh Bell et NeoLoco semblent permettre des appropriations mineures, c’est-à-dire que la dépendance du client-utilisateur au marché n’est pas tout à fait rompue : pour reproduire une activité solaire correspondant à la formation donnée, il faut acquérir un concentrateur Lytefire version 5 *a minima*, breveté, correspondant à la rentabilité promise. En ce qui concerne la myciculture, les techniques étant extrêmement pointues, l’entreprise ayant investi plusieurs années de R&D (7 à 8 ans) et proposant la vente d’outillages et surtout de mycélium et supports de culture, elle pourrait profiter économiquement d’un essaimage et devenir le partenaire clé de myciculteurs nouvellement installés. Le futur boulanger solaire ne pourra pas auto-construire son four solaire²⁵, et il manquera vraisemblablement au futur myciculteur des éléments de connaissance nécessaires pour être tout à fait autonome, en ce qui concerne son système énergétique ou sa fabrication de semences. Il y a donc, finalement, une sorte de capture du client dans ces deux derniers cas, qui peut trouver différentes explications. Tous ces modèles, cependant, présente une caractéristique commune : dans le BM, l’accompagnement tient un rôle essentiel, soit en tant que produit d’appel et pouvant initier un lien de confiance (la documentation libre), soit en tant que formation vendue, en vue d’une transmission des savoirs et savoir-faire. L’autonomisation et l’encapacitation par l’accompagnement figure ainsi comme la proposition de valeur des organisations LT à but lucratif, pour les entreprises étudiées, qui constituent un levier pour capter la clientèle cible et les revenus associés aux formations.

III.2.3.5. Apports théoriques et managériaux

III.2.3.5.1. Concepts d’appropriation mineure et appropriation majeure

On propose dans cet article un concept d’appropriation qui est un premier pas susceptible d’être précisé et de servir, dans de prochaines études, à une meilleure identification des notions, et par-là à des analyses cohérentes et comparables, en vue de contribuer à la structuration d’une recherche émergente dans le domaine des LT. Nous proposons ce lexique : « appropriation mineure », signifiant que le client possède *in fine* des informations utiles concernant le produit visé ou un produit similaire, mais pas les informations suffisantes pour fabriquer puis installer le produit ; « appropriation majeure », signifiant que le client-utilisateur possède toutes les informations nécessaires à la fabrication et le cas échéant à l’installation du produit manufacturé, ou dans le cas d’une formation, possède tous les savoirs et savoir-faire (éléments issus d’expérimentations terrain comme des manipulations, l’apprentissage de gestes, l’apprentissage d’outils ou de techniques nécessaires à la réalisation du projet) nécessaires à la fabrication et le cas échéant à

²⁵ Jusqu’en mai 2023. Désormais, la v5 du concentrateur est disponible en *open source* tarifée et associée à des droits de licence.

l'installation du produit manufacturé ; c'est le niveau d'autonomie le plus élevé permis par la formation, et qui permet donc l'encapacitation la plus complète.

III.2.3.5.2. Open source, Libre et licences : l'OSHW

En ce qui concerne la documentation usuellement qualifiée d'*open source* par les acteurs de la LT, il convient de questionner les appellations « open source » et « libre ». En *open source*, la conception, la fabrication ou la modification sont ouvertes aux membres d'une CP. Dans notre corpus d'étude, ce n'est jamais le cas : la conception des produits est réalisée par l'entreprise et n'a vraisemblablement pas été participative en s'ouvrant largement à une communauté. Parfois, des partenaires ciblés ont apporté leur soutien en phase de conception, par exemple *via* des partenariats pédagogiques. Si des modifications peuvent être apportées pour correspondre à un contexte d'utilisation, lors d'un chantier participatif d'auto-construction par exemple, il est alors peut-être plus exact de parler d'adaptation ou de personnalisation. La qualification usuelle de la documentation LT souffre peut-être d'un raccourci de langage, dans ce sens où elle ne propose pas un co-développement continu et direct des systèmes ou des produits, avec une validation continue des propositions par les pairs, et n'entre pas précisément dans le cadre de l'*OSHW Association* par exemple²⁶, qui souligne un ensemble de conditions techniques et d'utilisation. Elle est en revanche souvent libre : libre d'accès (disponible et gratuite), tendant ainsi, peut-être, à constituer davantage un commun. L'éclairage de spécialistes sur ces questions permettrait certainement de clarifier les concepts au regard des réalités dans l'ELT, ce qui aurait sans doute un effet positif sur la conception des BM LT, alors fondés sur des modalités techniques, économiques et sociales bien définies.

III.2.3.5.3. L'accompagnement par les services : un modèle DIY/T with me ?

D'un point de vue théorique pour les cas étudiés, la DLT bien distincte d'une économie de la fonctionnalité draine globalement l'ensemble des *makers*, des adeptes du *Do It Yourself* ou du *Do It Together*, et prône le partage de la connaissance, l'entraide et l'encapacitation. Elle peut donc difficilement se dissocier du libre accès à la documentation technique, ou de la formation. Ainsi, les entreprises LT étudiées se positionnent particulièrement sur l'accompagnement : Entre le DIY et le DIT apparaît peut-être ce modèle du « DIY/T with me », comme une caractéristique du BM LT. Sur la question du passage à l'échelle via le développement de BM LT, pour les cas étudiés, la vente en ligne autant que l'industrialisation des produits, c'est-à-dire leur standardisation, leur confère un caractère scalable, qui s'oppose *a priori* à la diversité et à l'adaptation (Lowenhaupt, 2021), heurtant ainsi la DLT et s'opposant à l'adaptation à un contexte local (Meyer, 2022a). D'un point de vue managérial, ces BM s'appuient aussi sur les réalités humaines et sociales : chacun ayant la volonté de devenir plus autonome énergétiquement n'aura peut-être pas le temps en effet ou le souhait de tout apprendre et de tout construire. Certains préféreront s'appuyer sur l'expertise d'autres sans suivre un parcours plus ou moins long d'encapacitation, comme le relève Pearce (2017). Dans cette perspective, les propositions de valeur associant vente et formation se complètent sans s'opposer.

²⁶ <https://urlz.fr/njvV>

Elles permettent aussi de capter le plus grand nombre de clients sans cibler un comportement unique, de trop petite niche.

III.2.4. Quelques approfondissements

III.2.4.1. Innovation low-tech ?

« Autre façon d'innover » (La Fabrique écologique, 2019), « nouvelle source d'innovation » (Les Échos, 21 octobre 2014), désignent par exemple la DLT, difficilement intelligible au premier abord et autour de laquelle se greffent de surcroît différentes expressions, chacune apportant sa nuance : High-low-med-tech, lower-tech, lowest-tech, low-technicisation, no-tech, basse technologie, technologie douce, retro-tech, small-tech, technologie appropriée, discernement technique, meilleure technique disponible, rétro-innovation, right tech, wild tech. Ces expressions toujours composées d'un nom et d'un adjectif suggèrent en même temps l'objet et la démarche. C'est celle-ci qui occupe principalement notre travail, comme une « entité nouvelle ou modifiée réalisant ou redistribuant de la valeur » (NF ISO 56000:2021, p.13), particulièrement dans le cadre d'un processus entrepreneurial. Quoique constituée d'éléments existants, c'est leur association pour former les principes d'une démarche qui permet de la concevoir comme une innovation de rupture. Bocken *et al.* évoquent trois types d'innovations dans la cadre des BM soutenables : incrémentale, radicale et « game-changing » (2015). Nous n'avons pas trouvé dans la littérature académique de travaux interrogeant méthodiquement le type d'innovation amené par la DLT (e.g. dans quelle mesure est-ce une innovation ? innovation sociale, comportementale, organisationnelle ?), à tel point, peut-être, qu'on trouve cet intitulé de colloque : « Déconstruire la notion d'« innovation » par les low-tech » (Auvity & Teissier, 2023) ; Bauwens, qui aborde le sujet, s'appuie malgré tout sur la technologie plutôt que la démarche (2020). L'innovation frugale (Haudeville & Le Bas, 2016), l'innovation par retrait (Goulet, 2012)²⁷, et la *wild-tech* (Grimaud, Tastevin et al., 2017) semblent être les plus proches types. Toutefois, la DLT se distingue clairement par ses principes, notamment l'accessibilité (open source, documentation, diffusion, formation, encapacitation), la subsidiarité (l'essaimage). Grimaud & Tastevin (2017) abordent l'innovation *wild-tech* de la même manière qu'on pourrait qualifier l'innovation LT ; toutefois ses déterminants et ses attributs diffèrent, et la wild-tech se trouve sans doute au croisement de la frugalité et de l'économie circulaire : il ne s'agit pas vraiment de faire mieux avec moins, mais plutôt de faire autrement avec ce qu'il y a à disposition, par nécessité, essentiellement en s'appropriant les déchets électroniques. Les auteurs vont jusqu'à parler de « rubegoldbergisation » des techniques en référence aux mécanismes ludiques de Rube Goldberg, ce qui ouvre par ailleurs la porte à l'imaginaire, clé d'un changement de paradigme. Sur ce point, il peut être intéressant d'établir un lien avec les travaux de Meyer (2002a) qui relève dans la documentation LT des éléments combinés, détournés, des principes physiques utilisés de manière inhabituelle, et de « nombreuses possibilités de provocation » : narratives, fonctionnelles, poétiques.

²⁷ p.197, en lien avec les 5R, les idées de connaissances ou savoirs issus de la base, de l'expérience, d'une action systémique, d'un « nouveau schème opératoire » ou nouveau paradigme, rapprochent la proposition de Goulet de la DLT.

Peut-on questionner la DLT au regard de quelques auteurs fondateurs du management de l'innovation ? Sans réaliser un réel travail de confrontation, relevons que la DLT, parce qu'elle induit un nouveau paradigme, remet en question plusieurs aspects des travaux de Schumpeter, notamment les cycles économiques, l'innovation et le cycle des affaires (Pénin & Guichardaz 2023), mais serait intéressant à questionner plus profondément sur les aspects d'entrepreneur et d'intrapreneur. À l'aune de la DLT, les mécanismes psychologiques à l'œuvre pour l'entrepreneur restent valides. Mais les conditions et les motivations changeant, l'entrepreneur devient, pour une part au moins, l'inventeur : le fabricant-adaptateur qui expérimente, adapte, et vend ; cela peut suggérer une piste d'étude en lien avec l'artisanat, et de l'artisanat vers l'industrie (Dando, 2014), ou vers la question des interactions entre grandes et petites entreprises dans le cadre de la DLT, par exemple en ce qui concerne la structuration d'un marché, les échanges technologiques ou les inspirations managériales²⁸ : comment intégrer l'*open source* et l'encapacitation dans les BM ? Comment la DLT peut-elle inspirer le management d'une entreprise établie ? DLT et *sailing ship effect* ? Comment la DLT peut-elle remédier au « système myope » de Pavitt & Patel dans les grandes firmes ? Etc. Eu égard à Freeman, Dosi et Mensch (Boutillier & Laperche, 2023, p.43), relevons la cause exprimée de la régularité des innovations radicales « puisqu'elles apparaissent à des moments précis de l'histoire, en particulier pendant les périodes de récession profonde en réponse à la faillite ou le déclin des marchés établis ». Encore une fois, les mécanismes restent les mêmes, mais les conditions et les motivations diffèrent : avec la DLT, ou la nécessité de transition, il ne s'agit pas de créer de nouveaux marchés dans le but d'alimenter la croissance économique. Avec le même regard comparatif : « la véritable caractéristique du système capitaliste est sa capacité inhérente à démocratiser l'innovation en la rendant disponible au plus grand nombre [Schumpeter]. L'innovation de rupture 'par le bas' [Christensen] est au cœur de cette démocratisation dont l'importance sociétale est considérable puisqu'elle constitue le cœur du système capitaliste » (BenMahmoud-Jouini & Silberzahn, 2023, p.86), l'écart entre DLT et capitalisme résidant bien entendu dans les valeurs, il s'agit désormais moins de consommation que de réponse encapacitante à un besoin, et d'*empowerment*, et si le succès de l'innovation est lié au mode de consommation proposé et à sa correspondance avec un public cible (Ibidem, p.88 à propos de l'entreprise IBM), la DLT ou la transition supposent d'éduquer auparavant le consommateur. Pavitt, bien qu'observant surtout à travers le prisme de l'économie classique et des grandes entreprises, rapproche un peu l'entrepreneuriat d'indicateurs et de réalités tangibles²⁹, quand Govindarajan au XXI^e siècle indique des enjeux forts du changement organisationnel pour l'innovation (« nécessité de repenser le modèle des entreprises » ou « favoriser le développement d'innovations responsables ». Bollinger, Neukam, & Burger-Helmchen, 2023).

²⁸ Idée inspirée d'un appel à contributions transmis par le RRI : « Interactions entre Grandes Entreprises et Startups : Échanges technologiques et Inspirations managériales ». <https://www.strategie-aims.com/accueil/2731>

²⁹ Bureth & Burger-Helmchen (2023) : « L'entrepreneuriat ne peut donc pas s'envisager comme une compétence managériale transverse, mais devient une aptitude spécifique au domaine technologique et économique dans lequel elle s'exprime, et qui est nécessairement localisée dans le temps et dans l'espace. »

III.2.4.2. L'encapacitation

Tandis qu'Alain Gras associe la modernité socio-technique, faite d'une organisation directement liée à des croyances, à la « mécanisation du travail » et à la « déqualification de la main-d'œuvre » découlant aussi du choix des énergies fossiles et nucléaire, d'autres constatent que « la façon dont les technologies les plus diverses se trouvent adaptées, reconçues grâce à leurs appropriations successives, peut obéir à d'autres logiques que la rationalité économique telle qu'on la conçoit habituellement », en évoquant l'ouverture des fameuses « boîtes noires » (Grimaud, Tastevin *et al.*, 2017). La question des capacités apparaît ainsi. Jean-Louis Genard souligne la nécessité, comme « une hypothèse sous-jacente » à son travail sur l'*empowerment*, de « la reconquête d'espaces de compétences lentement grignotés » (2013), et affirme qu'un des moyens de s'encapaciter réside dans la participation. L'abandon, ou bien la délégation, ou bien la soustraction de tâches autrefois nécessaires à la vie quotidienne (e.g. la culture potagère, la couture...), aboutit elle aussi à une perte de capacité. William Bernaud voit dans la complexité technique une perte de pouvoir et de démocratie, et peut-être appuyé sur l'espoir, indique que la médiatisation actuelle de l'expression « low-tech », le fait qu'elle sorte du militantisme de quelques communautés, transforme la LT en un objet social (Auvity & Teissier, 2023 : 1^{re} Table ronde).

La reprise, indissociable de la compréhension de l'élément technique, d'un certain pouvoir, au sens de l'*empowerment*, constitue l'un des piliers de la DLT autant qu'un réel défi. Dans cette perspective, les formations et l'*open source* semblent tenir un rôle majeur.

III.2.4.3. Open source et innovation ouverte

Nous n'avons pas repéré dans l'EcoLT entrepreneurial d'innovation ouverte au sens du *crowdsourcing*, où l'on ferait appel à la foule pour co-produire, que ce soit du point de vue de l'idéation ou du développement. Décathlon a pourtant lancé en 2023 un « concours d'innovation low-tech »³⁰, mais son BM s'intéresse à la frugalité plutôt qu'à la LT et l'appellation paraît avant tout marketing. Il existe en revanche de nombreux exemples de co-création ou de co-développement avec des partenaires ciblés, e.g. pour défricher un aspect d'un problème, le plus souvent technique (projets pédagogiques entre Enerlog et plusieurs écoles d'ingénieurs), ou bien lié aux usages.

L'innovation en *open source* – ici : *open source hardware* (OSHW) – peut exister dans la mesure où des plans ou des prototypes sont soumis à l'essai, jusqu'à une version définitive (cas de l'Atelier Paysan), mais ne présente rien de comparable avec la co-création et le co-développement logiciel, en termes de quantité de participants et d'évolutions, et c'est plutôt dans l'adaptation d'un système qu'est sollicitée l'intelligence collective ou individuelle, dans le cadre de l'auto-construction ou de chantiers participatifs.

L'*open source* génère des tensions en ce qui concerne la capture de la valeur. On peut considérer que si les plans des systèmes vendus sont distribués gratuitement, se profile un problème de concurrence : un autre entrepreneur peut décider d'installer une activité similaire et à proximité.

³⁰ <https://cocreation.decathlon.fr/interactions/7801>

Si le produit n'est pas ou insuffisamment protégé, faut-il compter sur le bon sens *a priori*, ou sur une sorte de sélection naturelle *a posteriori*, pour que l'économie se règle d'elle-même et que chacun ait suffisamment de débouché pour qu'il puisse vivre décemment de son travail ? Le bon sens consisterait par exemple à faire autrement (pour un autre usage, en s'installant plus loin, en rejoignant au contraire l'activité du concurrent en vue de mutualisations), mais c'est aussi parier sur l'intelligence individuelle et collective ou territoriale. C'est en outre sans compter le facteur numérique : les boutiques en ligne et les plateformes numériques, pour lesquelles des projets sont en cours, ont un impact sur le développement et l'intérêt des BM LT³¹.

Plus en lien avec l'économie de la connaissance, Alexandre Monnin, acteur de l'EcoLT, participe à la création d'une licence spécifique aux usages des résultats de la recherche³², qui s'appuie sur les licences *Creative Commons*.

III.2.4.4. Caractère systémique et structurel de la démarche low-tech

L'atout et la difficulté de la DLT réside aussi dans son caractère systémique. Les auteurs dans le domaine de la soutenabilité forte, qu'il s'agisse de LT en particulier ou des BM soutenables en général, insistent sur le caractère systémique et structurel de la transition (Bauwens, 2020 ; Bocken *et al.*, 2013, 2015, 2016 ; De Decker, 2023 ; Meadows, 2022, par exemple). Parmi les tentatives entrepreneuriales, Enerlog en est un exemple réussi : constituée en SCIC, l'entreprise établit son activité avec des partenaires locaux pour sourcer ses matériaux, dont le réemploi, travaille en liens étroits avec les collectivités par exemple pour la rénovation d'un collège, avec l'association APALA, utilise le cloud Ecutsa pour héberger son tutoriel, hébergement témoin de l'engagement vers le libre et l'*open source*, autre élément d'une démarche globale et systémique. La DLT est une transition sociotechnique, et amène donc à repenser globalement l'organisation (e.g. Crétot, 2023, pour ce qui concerne le travail avec une énergie intermittente). Jusqu'à modifier le système agricole : « Chaque type de société est lié à (...) un système d'agriculture. Je ne peux pas envisager une économie, une société qui fonctionne différemment si je n'ai pas une base agricole qui fonctionne différemment. On est donc systémique » (Bourg, 2021). Peut-être y a-t-il là un lien intéressant à prendre en compte, dans le cadre d'un changement global d'organisation, en sus du besoin essentiel lié à l'alimentation, entre cette proposition, celle de l'Atelier Paysan (et d'autres), celle de la DLT, puisque l'agriculture semble souvent se poser comme fondement de l'organisation sociale et économique, et même de formes d'innovations (de produits, organisationnelles). C'est aussi l'exemple agricole qui est repris par Goulet pour présenter sa théorie de l'innovation par retrait (2012), et c'est aussi le terrain choisi pour le travail de doctorat de Romain Guillerm : « Évaluer l'influence des low-tech sur la résilience des territoires : application à l'alimentation »³³, étudiant les liens entre LT et organisation territoriale.

³¹ Par exemple, projets pour les dirigeants de L'Usine à Low-tech, en Suisse, ou en lien avec L'Avant d'Après, à Saint-Nazaire : vente en ligne de produits LT issus de différents fabricants. L'un des projets recense une centaine de fabricants attendus.

³² https://pbil.univ-lyon1.fr/members/tannier/usageright/engagement_fr.html

³³ Laforest, V. (Dir.), en cours, <https://www.theses.fr/s364256> ; <https://www.mines-stetienne.fr/recherche/centres-et-departements/institut-henri-fayol/actualites/these-prepreee-par-romain-guillerm/>

« L'innovation moderne est holistique par nature, et non pas uniquement technologique ou économique », affirme Marc Giget (Sattin, 2021, p.82) ou Christopher Freeman dans ses travaux : « la capacité d'innover des entreprises est donc fonction du tout qui les contient, soit le système national d'innovation dans lequel les institutions sociales et politiques sont également parties prenantes » (Boutillier, 2023, p.41), i.e. aussi les activités sociales, les médias, les formations, les consommateurs...

Ce caractère systémique et structurel induit un changement de paradigme.

III.2.5. Quel passage à l'échelle pour les LT ?

III.2.5.1. Étude de cas. « Apprenez à faire vous-mêmes ce que je vends » : la surprenante proposition de valeur de l'entreprise Low-tech

Quel que soit le modèle d'affaires, la proposition de valeur pour le client est similaire : former à la fabrication dans un objectif d'encapacitation, voire d'*empowerment*. Enerlog apparaît comme un modèle simple et exemplaire de la DLT ; Aezeo propose un schéma très structuré de formations selon le projet personnel, proposant une combinaison allant vers une certification du système installé (et ainsi, la possibilité pour le client-utilisateur d'être assuré) ; Breizh Bell rapproche son offre d'une formation professionnelle agricole, et se trouve en mesure de faciliter l'approvisionnement de futurs myciculteurs ; NeoLoco permet aux acquéreurs d'un four solaire Lytefire de savoir comment organiser leur nouvelle activité. Les discours captent et les formations encapacitent, permettant la reproductibilité, bien que des subtilités peuvent se révéler dans certains modèles : les choix innovants de BM opérés, au moins par leur proposition de valeur, conduisent *in fine* à des types distincts d'appropriation des techniques par le client-utilisateur, que nous conceptualisons en « appropriation mineure » et « appropriation majeure ». Ce degré d'appropriation permet de mesurer l'implication de l'entreprise dans la DLT. Les résultats de l'étude permettent de préciser les questionnements liés aux conditions de viabilité de l'EnLT, et contribuent à mieux définir leviers et freins d'un BM associé à la DLT, dont la caractéristique essentielle est l'accompagnement, par la documentation et la formation, pour l'encapacitation. On continue ainsi de s'appuyer sur les expertises et l'expérience, en comprenant toutefois mieux les technologies mises en œuvre, ce qui représente un progrès d'encapacitation, même si les entreprises LT étudiées en actionnent les leviers à des degrés variés. La formation constitue une source importante de revenu, parfois majoritaire. Certains BM se rapprochent du modèle de l'Atelier Paysan (former à l'auto-construction dans un objectif primordial d'émancipation), tandis que d'autres semblent se rapprocher davantage d'une stratégie consistant à former pour vendre : des semences, un four solaire. Pour conclure l'observation de l'intégration de la DLT dans les BM des entreprises qui s'en réclament, réaffirmons que les impacts positifs générés, en termes environnementaux, économiques et sociaux, sont réels, et que les entreprises étudiées participent ainsi assurément à la transition, en proposant une innovation de BM autant qu'une innovation sociale et organisationnelle.

III.2.5.2. Modèles d'affaires des entreprises low-tech

III.2.5.2.1. Comment s'exprime le tissu entrepreneurial low-tech ?

Le tissu économique LT, ancré dans une CP, passe d'abord par les associations, qui permettent d'expérimenter, mais aussi de financer ces expérimentations notamment via des subventions.

Elles peuvent constituer une base pour estimer la viabilité d'une proposition LT sous ses aspects techniques, organisationnels (la faisabilité, la performance du produit ou de l'organisation testée) ou sociaux (acceptabilité, prise en main par les utilisateurs, usages). Parfois, une association se transforme en entreprise, parfois l'association conserve son statut, parfois l'entreprise naît directement. Parfois les deux coexistent.

De nombreux avantages tiennent ainsi au statut d'association déclarée, dont :

- Financement par subvention ;
- La monétarisation n'est pas un but (l'*open source* dans ce cas ne pose pas de difficulté) ;
- Pas d'objectif de rentabilité qui pourrait mettre à mal la DLT ;
- Distanciation par rapport aux marchés, activité qui peut se dérouler sans se confronter aux leviers de l'économie (concurrence, obligation de rentabilité, moindre incidence des normes professionnelles, coût d'une structure..., en sus d'éventuels éléments idéologiques).

Néanmoins des entreprises se créent dans une perspective LT, sans que la question d'une transformation d'un BM existant se pose, qui peuvent apporter des avantages par rapport à une association :

- Un *turn-over* nettement diminué ;
- Selon le statut adopté, une maîtrise de l'activité et des orientations stratégiques ;
- Une indépendance vis-à-vis des organismes de subvention ;
- Une gratification professionnelle, personnelle ou sociale plus importante ;
- La constitution d'un patrimoine personnel.

Les entreprises LT qui apparaissent produisent des biens et accompagnent les utilisateurs, ou conseillent, en choisissant d'accompagner la création d'entreprises ou d'accompagner, le plus souvent, l'optimisation des ressources dans le cadre d'entreprises existantes (L'Atelier Lowtonome, Tro-Heol).

On observe des BM variés par rapport à la DLT, qui s'en colorent parfois, ou bien qui tentent de la mettre en œuvre tout à fait. Dans d'assez nombreux cas, les acteurs entrepreneuriaux LT assurent un financement du quotidien, au moins en début d'activité, par le biais d'un second emploi.

L'EnLT émergent seulement, les interrogations pour les entrepreneurs qui s'y projettent sont basiques et globales, e.g. :

- « Dans quelle mesure la démarche low-tech peut-elle être utilisée comme un outil pour développer un entrepreneuriat respectueux des principes du *Donut* ?

- Est-il possible d'entreprendre dans le secteur de la low-tech ? Si oui, comment faire en sorte que la low-tech ne soit pas reléguée au statut de simple niche, à l'instar de l'ESS par rapport à l'économie traditionnelle ? »³⁴

La désignation négative de l'ESS (Économie sociale et solidaire) est surprenante dans la mesure où elle permet non seulement, notamment via les SCIC, d'inscrire l'activité et les revenus de l'entreprise dans un écosystème local afin d'en faire une entreprise de sens économique et social et « de territoire » (Sempels & Thuillier, 2022), mais aussi de faciliter l'entrepreneuriat grâce à des avantages financiers importants et à une gestion du risque beaucoup plus rassurante pour les financeurs (gestion financière en bon père de famille, partenaires mieux engagés et solidaires, vision commune qui sécurise l'approche économique par rapport à un entrepreneur individuel décidant seul, et taux d'échec beaucoup plus limité), à condition qu'ils aient une volonté d'accompagner des projets différents et qu'ils acceptent des prêts plus longs et moins rémunérateurs.

III.2.5.2.2. *Quelques points d'attention managériaux*

- Les BM doivent assembler de manière cohérente un certain nombre de contraintes : ESS éventuellement, *open source*, essaimage, encapacitation, sobriété...
- l'EnLT induit donc un changement global d'organisation
- La gestion des partenariats, utile pour éviter par exemple de faire peser un salaire sur une structure peu stabilisée, peut s'avérer complexe (alignement des valeurs, actions de collaborateurs autonomes ou indépendants)
- Le lancement d'activité précède parfois l'établissement rigoureux d'une stratégie ; c'est aussi une difficulté liée au principe d'expérimentation et d'itération essai-erreur, voire à la POC
- L'absence de règles actées (e.g. label LT) peut perturber la lisibilité pour le consommateur et engendrer un risque de détournement.

Quelques BM LT et les implications organisationnelles et managériales d'un modèle LT sont synthétisés ici : <https://drive.univ-rouen.fr/f/668da3c894da4fd1a9a5/?dl=1>.

III.2.5.2.3. *Tensions entre la démarche low-tech et l'économie classique*

Dans les entreprises liées à la LT, des tensions peuvent apparaître entre les principes LT et les BM qui se déploient dans le cadre de statuts juridiques classiques, nécessitant une rentabilité suffisante pour couvrir un endettement, soit une dissonance ou contradiction entre l'envie de bien faire ou faire autrement et les craintes économiques, « l'ADN d'une entreprise dans le contexte d'une économie néo-libérale comme la nôtre [restant] la croissance »³⁵.

Un torréfacteur utilisant le concentrateur solaire Lytefire en témoigne, rapportant des échanges inattendus avec l'entreprise commercialisant le système, à propos de charte photographique liée à la communication sur le système ou de droits réclamés lorsque le torréfacteur annonce souhaiter proposer de la formation autour du système. Il y a sans doute là l'indice, d'une part, d'un BM non stabilisé et essayant de trouver sa

³⁴ Questions posées par une personne en reconversion avant de participer à l'atelier « Entrepreneuriat et démarche low-tech » https://wiki.lowtechlab.org/wiki/Atelier_Entrepreneuriat_et_d%C3%A9marche_low-tech

³⁵ Vincent Liégey, Post LinkedIn https://www.linkedin.com/posts/vincent-liegey-6070a1154_entreprises-daezcroissance-activity-7077198594507743233-jOyx/?utm_source=share&utm_medium=member_ios

place dans les évolutions de ses partenaires et clients, d'autre part d'une manière d'entreprendre (LT) qui bouscule et désoriente les mécanismes en place et les modèles de captation de valeur. En arrière-plan apparaissent aussi les questions de la transparence et de l'alignement des valeurs, de la sincérité de la DLT eu égard à la notion de rentabilité. De notre point de vue, d'autres exemples de ces tensions existent qui reposent sur des hypothèses variées : Breizh Bell, ou le consortium NeoLoco-CPMi-Solar Fire-La Belle Tech.

III.2.5.2.4. La question centrale de l'émancipation

Les entreprises LT proposent une réappropriation des systèmes techniques et par là, une émancipation ou autonomisation grâce à la rupture d'une dépendance à une chaîne de valeur industrielle ou commerciale, mais aussi une réappropriation des temps de vie professionnelle et personnelle.

Ainsi L'Atelier Paysan voit dans l'agriculture classique une confiscation des connaissances, un agriculteur transformé en manager voire en un exécutant de consignes provenant de ses partenaires commerciaux (machines agricoles, semences...). Il propose ainsi non plus d'adapter le travail aux outils proposés mais d'adapter les outils aux besoins de chaque agriculteur, et de modifier par exemple les investissements, comparant le taux horaire d'un concessionnaire pour réparer une machine, à l'achat d'un poste de soudure : au lieu de s'endetter fortement en achetant une machine inadaptée et de payer 10 heures de main d'œuvre au concessionnaire pour une réparation, se former à quelques techniques de base et acheter un poste de soudure, pour perdre quelques heures seulement à réparer soi-même et gagner ainsi plusieurs jours de dépôt chez le concessionnaire, tout en s'assurant un outil de travail parfaitement adapté (Low-tech Lab, 2022). L'enjeu est la maîtrise du temps, du budget, et des connaissances, i.e. finalement du projet professionnel qu'on souhaite mettre en œuvre.

Le changement de destination des investissements et la réorganisation du travail apparaissent ainsi comme de véritables leviers d'*empowerment*, en sus d'un plaisir ou de sens retrouvé au travail.

NeoLoco propose quant à elle une émancipation par l'utilisation de l'énergie solaire directe (concentrateur solaire). La réorganisation consiste à adapter l'activité de boulangerie et torréfaction à une énergie intermittente, et les techniques associées génèrent de nombreux avantages : pas de travail de nuit, 1 à 2 journées de travail par semaine, peu de machines (pas de pétrin par exemple), ticket d'entrée réduit par 5 (50 k€ au lieu de 250 k€ pour une boulangerie classique), frais de fonctionnement considérablement réduits, partenariats locaux et rupture des dépendances aux filières industrielles. L'entrepreneur promeut en outre une « gestion par les stocks » pour se libérer des pertes et gérer l'intermittence énergétique (Crétot, 2023) : fabrication sur commande pour le pain, disponibilité des produits quel que soit le temps pour les graines torréfiées. Carrey & Lachaize ont bien noté la nécessité dans un tel cas de changer d'organisation pour l'entrepreneur comme pour le consommateur (2020), et rejoignent ici les notions d'innovation sous contrainte et de changement de paradigme présentées par Goulet (2022). En cela, l'innovation socio-technique des BM LT est systémique.

III.2.5.2.5. *L'entrepreneur, l'artisan, le scientifique... trois modèles à associer dans l'entrepreneuriat low-tech ?*

L'EnLT paraît nécessiter des compétences variées : organisation et management pour l'entrepreneur, techniques et savoir-faire proches de l'artisanat, connaissances scientifiques qui permettent de concevoir autrement (le pain au levain plutôt qu'à la levure industrielle, les interactions du biotope plutôt que l'utilisation excessive de produits chimiques ou de machines qui appauvrissent les sols, l'optimisation de systèmes énergétiques passifs plutôt que le développement de technologies *high-tech* fortement consommatrices de ressources et fortement émettrices de GES). C'est encore un apport de sens au travail, et l'illustration de systèmes vertueux. L'EnLT repose ainsi sur un socle qu'il ne faut pas négliger de connaissances développées, et l'entrepreneur pressé qui se lancerait dans une stratégie commerciale sans avoir réfléchi son produit sous l'angle des sciences pourrait rater son affaire. L'un d'eux, fabricant et vendeur de marmites norvégiennes, observé alors qu'on lui présentait les résultats d'une étude de segmentation de marché, a ainsi dû revoir la conception de son produit déjà en circulation parce qu'il n'avait pas pris en compte la température de cuisson nécessaire pour éviter le développement de bactéries, notamment pour la viande. « La démarche scientifique est au cœur des procédés low-tech. En termes d'ingénierie, faire simple est parfois loin d'être facile » (J.-M. Benguigui dans Robert, 2023). L'AREP, dirigée par Philippe Bihouix, publie d'ailleurs en juillet 2023 une infographie intitulée « Mendeleïev dans le bâti »³⁶, qui illustre ludiquement la nécessité pour l'entrepreneur de maîtriser les aspects scientifiques. Plusieurs entreprises LT ont collaboré avec des écoles et des universités afin d'optimiser leurs produits ou process. Aezeo entre autres inclut dans son BM un pôle de recherche scientifique, qui lui permet à la fois de capter un revenu, d'approfondir et de cautionner sa proposition de valeur, et a été lauréate d'un appel à projet européen ayant pour sujet le développement d'un service énergétique de chaleur décarboné dans les secteurs résidentiel et commercial (2019-2021). Sur le territoire de La Réunion, la recherche s'implique pour accompagner concrètement l'installation de concentrateurs solaires en vue d'activités boulangères, mais s'appuyant paradoxalement peut-être trop sur des variations (anecdotiques ?) de chiffres concernant l'ensoleillement, aboutissant ainsi à proposer d'installer les activités de boulangerie dans les cirques de la région du volcan, dénués de tout réseau (eau, voie de circulation), et posant donc en conclusion la question du transport des pains (Mathiak, Pillot *et al*, 2022), générant ainsi des effets rebonds facilement imaginables. Enerlog de son côté est lauréate d'un autre appel de la région Pays de la Loire pour la transition énergétique (2023) l'engageant à travailler avec les collectivités. Dans sa recherche de partenariats, l'EnLT tend ainsi clairement à établir des modèles de collaboration basés sur la Triple Hélice, comme un levier de passage à l'échelle.

III.2.5.3. *Le passage à l'échelle*

Le passage à l'échelle souhaité par le MLT est complexe à appréhender, même si la disponibilité et le coût de l'énergie peuvent être un facteur de passage à la LT. Certains voient dans l'EnLT une contradiction avec la DLT, l'entreprise à but lucratif lui étant souvent considérée comme incompatible (B. & B., 2022).

³⁶ AREP, 2023. Usages et formes du tableau de Mendeleïev. *POST*, 2: 42-45. Paris. Juillet 2023.
<https://www.arep.fr/app/uploads/2023/07/Article-POST-1.pdf>

Considérant l'extrême opposée, l'industrialisation peut être un moyen de répondre à la réglementation, notamment en matière de normes dans le cadre d'un usage professionnel, de certification qui permettrait une prise en charge facilitée par les assurances, et tout simplement d'une diffusion plus large des produits LT. La question de l'industrialisation, i.e. de la standardisation, s'oppose aux principes d'adaptation, de localisation, d'encapacitation. Tanguy & Carrière relèvent également les dangers d'un développement du MLT, pouvant perdre certains de ses principes lors d'une « diffusion à un public plus large » : « appropriation », « retour aux sources », « dépendance au contexte » (2023).

Plusieurs pistes et conditions de passage à l'échelle se dessinent, outre celles déjà évoquées, notamment en lien avec les collectivités territoriales. La Fumainerie réalise ainsi sur le territoire de la métropole de Bordeaux une activité de mise à disposition de toilettes sèches pour le public et les particuliers en maîtrisant la filière avec ses partenaires, de la fabrication des toilettes jusqu'à la valorisation des *excreta*. Une expérimentation de « Territoire Low-tech » est par ailleurs en œuvre dans la communauté de communes de Concarneau-Cornouaille. Le territoire de Roubaix est en train de concevoir une expérimentation similaire. À plus petite échelle, mais engageant un écosystème, une expérimentation de quartier LT (un immeuble et son voisinage) s'est réalisée dans le 18^e arrondissement de Paris. Pour la région Bretagne, « La démarche low-tech fait partie de la solution pour la transition écologique et elle doit être intégrée à nos réflexions, en complément des *high tech* » (Bénisty, 2021).

Pour les collectivités, les avantages sont nombreux : résilience du territoire, solutions à bas coût, pôles de réflexion citoyens, action *bottom-up* et satisfaction d'un électorat, maillage et coopération entre les structures en place sur le territoire, adaptation des réponses aux problématiques locales (géographie, culture, ressources...), économie d'énergie, réduction des émissions de GES, développement de l'emploi et des compétences par exemple. Maillefert & Robert, en même temps que Cessieux (2022) ou Gallo, Antolin-Lopez & Montiel (2018), relèvent l'importance du collectif dans le cadre de projets territoriaux de transition (2020), et montrent qu'une « nouvelle forme de valeur (...) [pour le territoire] peut émerger, par la combinaison d'un projet territorial (...) et de business models soutenables » (Maillefert & Robert, 2017). Leur analyse révèle des similitudes fortes avec la DLT : les rôles ou principes de l'éducation populaire (tendant vers l'encapacitation), de réversibilité (s'opposant à l'aliénation et se rapprochant du convivial), la richesse (par la construction de filières et de réseaux d'acteurs), elle-même très proche du principe de « relatedness » de la matrice de Vetter (2018). Les acteurs de terrain, les territoires et les auteurs explorent ainsi des pistes qui s'entrecroisent et dont les tendances convergent fortement.

D'autres expressions de passage à l'échelle existent, portant les risques évoqués. L'Usine à Low-tech (Suisse) ou L'Avant d'Après, au sein de l'EcoLT, pourront être à l'origine de plateformes numériques de commercialisation de produits LT issus de fabricants variés. La Belle Tech, souhaitant produire des systèmes LT pour les professionnels. Quelques grandes entreprises s'intéressent aussi à la LT : Orange, Bouygues, Eiffage, Crédit Agricole par exemple.

Si le passage à l'échelle des LT semble possible techniquement, celui de la DLT est donc plus complexe aussi parce qu'il met en jeu l'élément humain : le risque est celui de perdurer dans une économie « conventionnelle » ou d'y revenir, c'est-à-dire de privilégier la finance ou la génération d'un revenu qui s'éloigne de l'équitable, i.e. qui soit sincère et proportionné, assis sur l'utilité, l'honnêteté, la transparence, l'*open source*, l'accessibilité..., et que le prix payé *in fine* soit le prix juste plutôt que le prix acceptable par le consommateur. Le passage à l'échelle comporte ainsi, sans doute, un aspect moral qui peut manquer d'indicateurs objectifs.

III.2.5.3.1. La question de l'acceptabilité

Les travaux de Martin & Colin (2021) auprès de consommateurs confirment que les intentions d'utilisation baissent à mesure que la technicité ou la spécialisation du système LT augmente, les deux obstacles les plus fréquemment exprimés à leur utilisation étant la compatibilité avec l'existant (toilettes sèches), et le manque d'information, de connaissance ou de compétence. La question de la compatibilité, par exemple pour installer un système de toilettes sèches dans un logement loué, est aujourd'hui réglée (Below)³⁷, mais reste d'actualité pour un système comme le chauffe-air solaire d'Enerlog, fixé contre un mur extérieur et nécessitant d'y percer une entrée d'air. Il paraît raisonnable d'imaginer que différentes actions permettent de lever majoritairement le 2^e obstacle, progressivement, à l'image de la transition numérique (sensibilisation, formation, incitation). Au-delà de ces obstacles, à l'image de la transition numérique, il y a pour l'utilisateur non initié un chemin à parcourir pour changer ses comportements (Alexander & Yacoumis, 2018 ; Bauwens, 2020), qui dépend d'une organisation globale permettant les transformations, mais aussi d'un nouvel imaginaire. Un article du média en ligne Boomer donne l'exemple de la nouvelle mode du recyclé comme un levier possible vers l'acceptabilité de la LT³⁸, et c'est tout le rôle du marketing. Enfin, l'exploitation de travaux tels que ceux de Kerschner & Ehlers sur l'attitude vis-à-vis des technologies (2016) permettraient par exemple de contribuer à l'élaboration de scénarios de transition renouvelés.

III.2.5.3.2. Un nouvel imaginaire

Pour Bocken *et al.*, « promotional activities must be tackled in parallel with [sufficiency] business model innovation » (2017) pour orienter les comportements vers une consommation soutenable, puisque « le récit technologique dominant ne tient pas sa promesse de salut environnemental » (Alexander & Yacoumis, 2018). Dans l'EcoLT, on parle alors de « déconstruire les récits dominants » autant qu'on vante les mérites d'une nouvelle organisation du travail en adaptant les temps professionnels et personnels, en diversifiant les tâches, en leur donnant du sens, et en « participant à des organisations apprenantes » (ADEME, 2022, VI.5.1.). Pour Adrien Bellay, « la low-tech redonne du courage » à travers un film documentaire aux accents positifs³⁹, tandis que Guérolé Conrad précise³⁹ « Même si les solutions techniques sont là, c'est souvent

³⁷ Toutefois, la réglementation encadre strictement l'usage des *excreta*, qu'il est interdit de déposer dans un compost collectif par exemple.

³⁸ <https://boomer.fr/soyons-ingenieux-pensons-low-tech/>

³⁹ Debove, L. (2023). La low-tech redonne du courage à toute une génération qui a oublié comment faire soi-même et bricoler. Interview d'Adrien Bellay, réalisateur du film « Low-tech. Les bâtisseurs du monde d'après ». *La Relève et La Peste*. 7 juin 2023. <https://lareleveetlapeste.fr/la-low-tech-redonne-du-courage-a-toute-une-generation-qui-a-oublie-comment-faire-soi-meme-et-bricoler/>

l'humain qu'il faut mettre en marche »⁴⁰. En effet désormais, « L'innovation se confond avec l'invention, et sa temporalité relève de la 'très grande vitesse', alors que les appropriations socio-culturelles (les usages) demeurent elles, assez lentes, parce que 'le maillon faible' de l'innovation demeure l'humain. Mais en profondeur agit une autre temporalité : celle des représentations sociales qui sont lentes et répétitives, agissant sur de très longues périodes, telle une mémoire informant les imaginaires » (Musso, 2013). Les récits et témoignages, en passant par les émotions, marquent les esprits ; un levier puissant du LTL de réensemencement des imaginaires est la « force narrative produite par les figures d'explorateurs » (Catoir-Brisson, Saurier, Teissier, 2023), dont Corentin de Chatelperron est la figure de proue, et dont Meyer a très bien relevé la force, par ailleurs également présente dans la jolie interprétation de Locuratolo & Guimbretiere (2021) : l'association des « descriptions techniques et factuelles et, d'autre part, une narration poétique et esthétique, avec des récits personnalisés, de l'humour et une certaine dramaturgie » (Meyer, 2022a), rend les LT « à la fois reproductibles et désirables ». L'imaginaire est ainsi « structurant de la réalité » selon Alain Gras, pour qui « le réel loge dans l'imaginaire » (2013, p.9 et p.30), et pour qui les trajectoires technologiques ne résultent que de choix humains plutôt que d'évolutions évidentes ou logiques, ou techniques.

À ces notions de trajectoires technologiques construites par les imaginaires, il serait intéressant d'associer celle de « croivance », i.e. un propos mensonger consciemment ou non, et instaurant une croyance, comme manière d'appréhender le techno-solutionnisme tel qu'il est décrié par le MLT⁴¹. Comme pour y répondre, Alain Gras conclut sa conférence par cet appel : « La véritable innovation serait celle qui nous ferait retourner à une échelle humaine (...). Quelles techniques inventer et comment les faire passer du stade de l'invention à celui de l'innovation ? La réponse ne sera donnée que par des événements à venir et des prises de conscience qui pourront ouvrir les portes d'une nouvelle manière de penser et nous lancer sur une nouvelle trajectoire... imaginaire. » (2013, p.44).

Les « événements » sont là, tangibles et présents à chaque journal télévisé. Le MLT expérimente son innovation. Quelques événements officiels et publics osent désormais se faire supports de communication en ce sens. Les 44^e rencontres du réseau FNAU (Fédération Nationale des Agences d'Urbanisme) en décembre 2020 s'intitulaient : « No cultures, No futures. Pas de réorientation écologique sans recomposition culturelle des territoires. » En avril 2023, Bordeaux Métropole organisait les « Rencontres 'Imaginaires et itinéraires de la transition énergétique'. Le territoire, au cœur des transitions énergétiques et écologiques. » De manière plus pragmatique, Arnaud Crétot s'appuie sur ses clients partenaires, restaurateurs ou entreprise de transformation alimentaire (Grosdoit), pour diffuser un récit au-delà de plats originaux aux graines torréfiées. L'imaginaire tient ainsi son rôle dans le management de l'innovation sous forme d'un cheval de Troie (Amandine Garnier, agence Les Raisonné.e.s) pour influencer (Evan de Bretagne, influenceur, web

⁴⁰ Guérolé Conrad, coordonnateur du LTL.

⁴¹ « Si la croyance 'traque' la vérité et souhaite représenter le monde tel qu'il est, la croivance, quant à elle, cherche à imposer une autre vision de la réalité. Fabriquée par l'imagination ou encore l'intérêt personnel, la croivance se désintéresse de la réalité » (Dieguez, 2022).

série Ecolowgie sur l'habitat durable et la tiny house du LTL) ou rendre désirable la LT. Les bénéfices selon le LTL consistent en une « amélioration du confort mental » (P.-A. Lévêque), l'inclusion par l'écriture d'un récit partagé via la mise en œuvre d'une solution commune, pour les collaborateurs, les partenaires, les organisations (Q. Mateus), « la légitimité [aussi, pour chacun,] de poser les bonnes questions, de faire gagner son environnement en sobriété, et probablement en bon sens » (Amandine Garnier).

IV. Discussion

IV.1. Cartographie

En ce qui concerne la cartographie, le résultat est une BDD exploitable et assez significative : plus de 2000 entités y sont documentées. La visualisation quant à elle, tant sous forme de graphe permettant l'analyse de réseau ou de communauté (GEPHI), que sous forme de répartition géographique avec traitement statistique (QGIS), demande à être très nettement améliorée et nécessite des compétences techniques supplémentaires.

Il faut relever les limites et biais possibles suivants dans l'élaboration de la BDD puisqu'ils ont des conséquences potentielles sur son exploitation.

Premièrement, il est difficile de connaître **la nature et la qualité réelles des relations** interpersonnelles établies (début, fin, durée, fréquence, intensité, teneur des informations échangées, efficacité de la relation pour l'un ou l'autre, relations d'amitié et de travail mêlées...).

Deuxièmement, **des choix subjectifs de représentation de l'écosystème** ont parfois dû être faits, notamment à travers la manière d'établir des connexions, par exemple lorsqu'une entreprise possède plusieurs sites : faut-il inclure Breizh Bell dans la BDD par un sommet unique, représentant l'entité juridique, ou tenter de mieux correspondre aux faits tout en complexifiant le graphe par l'inclusion de ses différents sites ? Comment établir alors les connexions (quel sommet ou site choisir) ? D'une manière plus poussée et peut-être trop peu sûre, certains sites entrepreneuriaux correspondent aussi à des adresses d'habitation d'un ou plusieurs acteurs d'une entreprise : est-il possible d'en tirer des hypothèses managériales, voire théoriques ? Il s'agit alors d'entrer dans une certaine intimité des acteurs, ce qu'un unique entretien permet difficilement. C'est pourtant en creusant ces questions qu'on peut aussi comprendre comment les actions se sont construites, quels sont les éléments stratégiques ou au contraire tout à fait aléatoires à l'origine d'un résultat observable ou partiellement observable, et dont l'explication ne peut souvent être qu'une fragile hypothèse ne permettant pas vraiment d'affirmer une intention entrepreneuriale.

Troisièmement, **le caractère statique de la visualisation** (ne prenant pas en compte de chronologie), montrant des connexions symétriques entre des entités de natures différentes, ainsi que les difficultés à produire une visualisation claire, placent une part importante de notre travail sous les propos de Beauguitte (2016) ou de Martin Grandjean (2018, p.36) : « Un des paradoxes de la visualisation 'de recherche', (...) c'est qu'elle produit des représentations graphiques qui ne sont parfois lisibles que par leur auteur, qui s'est plongé suffisamment dans les données et a tourné et retourné l'objet suffisamment longtemps pour le déchiffrer. La conséquence est qu'il arrive donc fréquemment que la publication du résultat ne soit pas souhaitable puisque trop complexe, peu esthétique, et finalement inutile pour le lecteur si ce n'est afin de comprendre le cheminement de l'auteur ou du moins en avoir une idée. Il n'est donc pas rare que des articles incluent des visualisations de données inintelligibles qui servent uniquement à prouver que le sujet est complexe et que la recherche en question est innovante et/ou a nécessité le déploiement d'efforts

particuliers. (...) Le simple produit visuel est souvent moins utile que le travail sur les données qui se cachent derrière. »

Ces limites forment autant de pistes d'études, auxquelles on peut ajouter des éléments techniques comme le *scraping* de réseaux sociaux, et l'approfondissement d'éléments théoriques et méthodologiques en vue d'associer plus directement cette ébauche cartographique au management de l'innovation et à l'EnLT.

IV.2. Étude de cas. « Apprenez à faire vous-mêmes ce que je vends » : la surprenante proposition de valeur de l'entreprise Low-tech

IV.2.1. Rôle des communautés de pratique dans les BM Low-tech

Le BM LT s'appuie sur une CP qui apparaît clairement dans la communication des entreprises. À l'inverse de l'*open source*, il s'agit de constituer ou s'appuyer sur une communauté de fabrication, d'installation, d'utilisation, par exemple *via* les chantiers participatifs, plutôt que sur une communauté de création ou de conception. C'est peut-être aussi, en sus d'une cible de clients moins experts qui permettent de générer un revenu *via* les formations, le moyen de conserver la possession du produit (Foray, 2018). Les systèmes proposés présentent souvent suffisamment de complexité pour inciter à acheter la formation, qui a par ailleurs l'avantage de fidéliser : les échanges, la participation, sont recherchés par les membres de la communauté comme elles permettent le partage de valeurs communes (Vetter, 2018). La rencontre des acteurs est aussi une source de confiance, tout comme la transparence dans les procédés de fabrication, ou celle issue de la transmission d'une documentation libre. Un système de chauffage ou la fabrication du pain au levain nécessite par ailleurs de posséder des techniques support (savoir souder par exemple) ou des gestes précis, et la transmission de l'expérience justifie la formation. Les CP peuvent donc avoir ici plusieurs rôles qu'il conviendrait d'étudier plus profondément : celui d'un premier public, *early adopters* voire *innovators* sur la courbe d'adoption des technologies ; celui d'affichage de valeurs communes générant un intérêt et une confiance ; celui du partage de connaissances et d'expériences aussi, en appui à l'amélioration de produits ou de BM.

À propos des communautés de connaissance, Cohendet, Héraud & Llerena, (2011) rappellent le caractère dual de la propriété intellectuelle (PI) : « la disponibilité des anciens brevets peut bloquer ou ralentir la construction d'une base commune de connaissance nécessaire à la création d'une [nouvelle trajectoire technologique] », dans le même temps que le brevet constitue un signalement de compétence auprès de nouveaux partenaires, dont les banques, essentiellement en phase d'émergence d'une innovation. Outre une protection souhaitée, cette forme d'exclusion permet donc de faciliter la crédibilité technique et économique d'une innovation. En tentant de se soustraire à la référence d'une économie classique, et en posant un changement de trajectoire technologique comme associé à un nouveau paradigme (Gras, 2013), la question des communs, « à contre-courant de la logique capitaliste, (...) [et qui promeuvent] une philosophie axée

sur le partage et la coopération » (Séminaire 3S, 2023), renvoie à une nouvelle organisation technique, économique et sociale.

IV.2.2. Conditions de passage à l'échelle

Une condition essentielle du passage à l'échelle est la génération d'un revenu, pour laquelle l'accompagnement, moyen d'encapacitation, ressort comme la caractéristique essentielle des BM LT. Cela suscite aussi une interrogation : dans quelle mesure la documentation libre et la communication sur l'encapacitation peut devenir un levier purement marketing, constituant un pas vers un *low-tech washing* (Lefebvre, 2022) ? Les modèles de Breizh Bell et NeoLoco semblent présenter la stratégie d'étendre le parcours client, Breizh Bell pouvant devenir un fournisseur de confiance en semences par exemple, NeoLoco pouvant renvoyer vers l'achat d'un four solaire Lytefire. Breizh Bell a intégré en mars 2023 deux tutoriels au wiki du Low-tech Lab. Dans celui qui concerne la chambre de culture pour champignons, 4 liens renvoient vers le site Breizh Bell, dont 3 vers la boutique en ligne. C'est ainsi une affiliation commerciale qui est mise en place par l'entreprise pour tenter d'atteindre les membres d'une communauté low-tech/DIY. Le site de NeoLoco renvoie de nombreuses fois à celui de l'entreprise Solar Fire ou à celui du Lytefire, et le coût de la formation NeoLoco pourra être déduit de l'achat du four solaire, ce qui suppose des flux financiers entre les entreprises NeoLoco et Solar Fire, comparables à un système d'intéressement. La documentation libre peut-elle fonctionner comme un produit d'appel commercial sans mettre en péril la DLT ? Dans quelle mesure NeoLoco peut endosser le rôle d'une preuve de concept pour le produit Lytefire ? Dans quelle mesure, finalement, la DLT peut-elle se commercialiser ? La Belle Tech, entreprise liée à l'écosystème Lytefire, annonce vouloir « Accompagner les savoir-faire français dans leur souveraineté technologique », dans le même temps qu'un brevet protège le modèle aujourd'hui efficient du Lytefire. Si l'argument de conformité aux normes est retenu et que l'auto-construction pour les professionnels est empêchée, la DLT et son passage à l'échelle entrepreneuriale pourrait alors difficilement s'envisager. Les entreprises étudiées détiennent pourtant un avantage concurrentiel certain, l'acteur à la source de la technique considérée bénéficiant d'une longueur d'avance (5 ans de R&D pour NeoLoco par exemple, 8 ans pour Breizh Bell) : dans quelle mesure est-elle suffisante pour permettre d'axer le BM sur l'accompagnement plutôt que sur le produit lui-même ? Enfin, dans quelle mesure cette stratégie d'affaires habituelle tient-elle de l'inertie également pointée par J.-M. Pearce (2017) ?

IV.3. Le changement de paradigme

IV.3.1. La succession des paradigmes techno-économiques en question

Freeman définit la notion de paradigme techno-économique comme « l'ensemble des pratiques les plus fructueuses et rentables en termes de choix des intrants, des méthodes et des technologies, et en termes de structures organisationnelles, de modèles économiques et de stratégies », dont le changement technologique est au cœur (Boutillier & Laperche, 2023, p.45), dans une perspective croissantiste et fondée sur la production, mais étroitement liée aux aspects politiques, culturels et sociaux, chaque nouveau paradigme

amenant une transformation radicale. Les auteurs proposent un tableau synoptique à partir du travail de Freeman⁴², que nous reproduisons ci-dessous en le complétant par un essai d'extrapolation (tableau 2). Freeman propose 5 paradigmes techno-économiques depuis 1770 ; pour au moins 4 d'entre eux, c'est pour Freeman la question de l'énergie qui a provoqué la disparition d'un paradigme et l'arrivée d'un nouveau, l'énergie devenant chaque fois un obstacle au développement économique, soit par les limites imposées par son exploitation (puissance insuffisante), soit par son coût trop élevé, les limites proposées pour le dernier paradigme (1990-) incluant en outre l'augmentation du coût des matières premières. Le temps de vie d'un paradigme est généralement de 50 ans. L'extrapolation proposée situe ainsi le prochain paradigme aux alentours de 2040, peut-être 2030 si l'on considère une accélération des bouleversements environnementaux, et économiques et sociaux qui lui sont liés. Le problème non seulement du coût, mais aussi de la disponibilité de l'énergie est aujourd'hui évident, à un moment de l'histoire où la demande en énergie augmente constamment, et avec la disponibilité et le coût des matières premières, présente des liens logiques avec le numérique (fabrication, utilisation), lui-même étant désigné comme la principale activité motrice de l'actuel paradigme. En considérant ces éléments et en ayant à l'esprit la DLT d'une part, le MLT d'autre part, fondé essentiellement sur les ressources planétaires et les systèmes énergétiques, nous proposons à l'étude les caractéristiques d'un 6^e paradigme qui ne nous paraît pas incohérent, et qu'il pourrait être intéressant de développer et de confronter aux travaux de construction de différents scénarios de la transition (notamment : ADEME, 2021 ; Axon, 2017 ; Bauwens, 2020 ; Meadows, 2022).

Période	Principales activités motrices	Organisation des firmes et rapports de concurrence/coopération	Limites du paradigme techno-économique et solutions
1770-1840 70 ans	<ul style="list-style-type: none"> · Textile (coton) · Sidérurgie · Machine à vapeur 	<ul style="list-style-type: none"> · Entrepreneurs individuels · Petite échelle de production (moins de 100 salariés par entreprise) · Capital local et richesse individuelle 	<ul style="list-style-type: none"> · Faiblesse de l'échelle de production · Insuffisance de la force énergétique
1840-1890 50 ans	<ul style="list-style-type: none"> · Machine à vapeur et chemin de fer · Développement des usages de la machine à vapeur : chemin de fer, navigation, mécanisation de la production 	<ul style="list-style-type: none"> · Augmentation de la taille des entreprises employant plusieurs centaines de salariés · Augmentation de la taille des marchés · Développement de l'actionnariat 	<ul style="list-style-type: none"> · Limites de l'énergie de la vapeur en termes de productivité et d'échelle de production · Développement des moyens de transport grâce à la vapeur
1890-1940 50 ans	<ul style="list-style-type: none"> · Sidérurgie 	<ul style="list-style-type: none"> · Développement de l'énergie électrique, de l'industrie automobile, de l'aviation, des télécommunications, de la radio, etc. · Émergence de monopoles et de cartels 	<ul style="list-style-type: none"> · Rigidité de l'industrie sidérurgique

⁴² Freeman, C. (2008). *Systems of innovation : Selected essays in evolutionary economics*. Edward Elgar Publishing. Cheltenham.

1940-1990 50 ans	· Système fordiste de la production de masse	· Développement de l'énergie pétrolière et nucléaire, de l'informatique, de la microélectronique, aéronautique · Concurrence oligopolistique · Internationalisation de la production · Intégration verticale de la production · Développement de la consommation individuelle	· Rigidité de la chaîne de montage fordiste · Augmentation du coût de l'énergie
Depuis les années 1990	· Micro-informatique et électronique	· NTIC · Biotechnologies · Organisation flexible de la production (production en réseau et juste-à-temps) · Développement des marchés financiers	· Problème de coordination des différentes phases de la production · Augmentation du coût de l'énergie et des matières premières · Limites planétaires · Effondrement ou prémices d'effondrement (environnement, société, économie)
2030- ? 2040- ?	· Tournant vers les usages · Intégration de la Triple Bottom Line, soutenabilité forte, sobriété · Secteur de l'énergie renouvelable · Technologies appropriées · ACV	· Recherche de résilience · Recherche des externalités positives · Coopération, association, confiance · Démarche low-tech	· Capacité à démondialiser · Incarnation d'une autre image du progrès · Influence ou rôle de la finance · Soutien politique et réglementaire

Tableau 2. Extrapolation à partir de Boutillier & Laperche (2023, p.47). Le tableau est reproduit tel quel ; le texte en bleu correspond à nos ajouts.

IV.3.2. Les nouveaux paradigmes

Le MLT autant que les auteurs académiques plaident pour un changement de paradigme techno-économique visant aussi à transformer la manière dont on envisage l'innovation.

Pour Bauwens (2020), confirmant les résultats de notre étude, les systèmes socio-techniques constituent le noyau paradigmatique, et est impulsé à la fois par la technologie et les institutions. Si pour Freeman « Le paradigme technoéconomique (...) est un modèle de sélection de certains problèmes technologiques dans un contexte économique et social donné » (Boutillier & Laperche, 2023, p.43-44), il faut en outre prendre en compte l'idée que « La firme est encadrée dans un environnement social, économique et institutionnel qui conditionne son comportement » (ibidem, p.44). À ces facteurs, on peut désormais ajouter les modifications de l'environnement naturel pour guider les changements des méthodes de production et de consommation, ce qui en accentue peut-être les termes et qui peut avoir un effet sur la manière même de concevoir l'innovation et ses processus (Grimaud, Tastevin *et al.*, 2017), qui ne reposent pas essentiellement dans le MLT sur le mécanisme d'imitation-adoption pour sa diffusion, mais plutôt sur l'essaimage, i.e. sur l'encapacitation, à l'opposé de l'imitation pour raison concurrentielle. Dans cette transformation, l'enseignement et la recherche ont un rôle fondamental à jouer. « Quand j'étais à l'UTT, indique Dominique Bourg, le projet était de former un nouveau type d'ingénieur avec des connaissances sociales suffisantes pour mieux adapter ses techniques au fonctionnement de la société. » (2021). Si la question du changement

de paradigme mériterait aussi une analyse à travers le regard de Dosi, en lien avec une approche dynamique de l'innovation, des systèmes économiques et des paradigmes ou trajectoires technologiques, plusieurs discours invitent à penser que le modèle agricole peut en être un élément fondamental. Le système agro-alimentaire structure ainsi profondément le fonctionnement d'un territoire selon Bonaudo & Billen (2015), rappelant les voies de transitions mises en œuvre par L'Atelier Paysan ou l'orientation des recherches de Romain Guillerm. Pour Vincent Bretagnolle, « La principale cause qui est aujourd'hui avérée [de la disparition de la biodiversité], c'est l'évolution du modèle agricole, le productivisme, l'intensification de l'agriculture »⁴³. Cette perspective systémique est également traduite par Dominique Bourg, qui renvoie vers un renouvellement de l'innovation en différenciant *high-tech* et LT (« dans le *high-tech* on investit toute la complexité dans l'objet, alors que dans la *low-tech* la complexité est partagée entre l'objet et l'insertion sociale de l'objet : le savoir-faire, l'utilité... »), et rappelle l'importance des petites communautés, des essais réalisés un peu partout sur le territoire, dans les éco-centres, les éco-villages, ou même les habitats partagés (2021). Partant d'agriculture, il est une innovation pluridisciplinaire intéressante à noter et dont l'étude pourrait apporter des éléments de réflexion : la ferme-auberge, issue de l'exploitation agricole.

On le voit, les réflexions ne portent pas essentiellement sur l'industrie, qui pourtant doit être interrogée.

IV.4. L'industrialisation de la low-tech

Si l'industrialisation est un moyen de répondre à la réglementation dans son état actuel, la DLT risque de se voir amputée de ses principes clés et transformateurs.

C'est pourtant dans ce sens, semble-t-il, que s'oriente la CCI Paris-Île-de-France dans une étude récente, détournant *in fine* l'essaimage et l'encapacitation en diffusion, et l'adaptation aux contextes en standardisation : « La question est de savoir si [les technologies low-tech] peuvent être généralisées. Un double enjeu est de les faire passer à l'échelle ('scalables') » (Vadcar, 2023, p.44). Le projet de La belle Tech, sorte d'extension de CPMi, en voulant remédier aux difficultés réglementaires liées à la LT, pourrait générer les mêmes conséquences : « la low-tech n'est pas certifiable, elle n'est pas réglementaire, elle ne répond pas aux normes de la machine, elle n'est pas assurable, vous ne pouvez pas exercer une activité professionnelle avec une low-tech qui pourrait être dangereuse » (Hauters, 2023). La construction d'un BM LT n'est sans doute pas qu'une affaire d'ambidextrie structurelle dans le cadre d'une contribution à la résolution du dilemme de l'innovateur, et les apports de Christensen en ce sens, qui « préconise de protéger l'innovation de rupture, [qui nécessite un BM différent du modèle actuel de l'entreprise établie] (...) en la logeant dans une entité séparée pouvant avoir son propre modèle d'affaires » (BenMahmoud-Jouini & Silberzahn, 2023, p.84), pourraient être amendés par les principes de la DLT et la notion de changement de paradigme, bien qu'en l'occurrence l'innovation de rupture permette de valoriser les actifs (force de vente, outils de production, expertise, etc.) de l'entreprise mère établie, CPMi chaudronnerie (idem, p.88). Or

⁴³ Chercheur au laboratoire de Chizé, CNRS, interviewé lors du bulletin météo climat de France 2 le 20 juillet 2023 au soir.

comme l'indique Lefebvre, « ces objets ne sont pas simplement des marchandises : ils portent en eux un projet de société » (2022), et la littérature grise ou professionnelle converge parfois vers l'idée d'une industrie distribuée, d'une fabrication à petites échelles multipliées et dispersées sur les territoires (Dando, 2014 ; Goulet & Vinck, 2022), ou une écologie industrielle et territoriale. Le glocalisme, ou *Design Global, Manufacture Local*, pourrait alors constituer une piste intéressante, s'appuyant par ailleurs nettement sur les notions de communs et de *prosumers* (Dupont, Kasmi, Pearce & Ortt, 2021). Élise Hauters relève par ailleurs la « relation atypique voire dichotomique d'artisan et d'industriel qui travaillent ensemble » (2023) : un nouveau lien à créer entre artisanat et industrie semble en effet inévitable dans la mesure où l'industrie reste nécessaire pour maintenir un certain niveau de confort pour l'usage des produits proposés, mais aussi un niveau de standardisation, non pas des produits assemblés, mais de certains de leurs composants (une vis, par exemple, une pièce de rechange ou un composant électronique de base). Il s'agit donc peut-être d'expérimentations plurielles à développer pour rentrer dans les limites planétaires, sans exclure d'autres voies que celle la DLT : économies permaculturelle, régénérative, ou bien éco-capitalisme, les économies circulaire, de la fonctionnalité et de la coopération, aussi, même si ces trois dernières n'assurent en réalité ni localisation, ni bien-être social, en somme ne constituent pas un changement de paradigme. Elles sont parfois probantes (La Fumainerie, L'Atelier Paysan), relèvent d'autres fois d'essais timides quoique méritoires, comme celui de l'ADEME en région PACA (« Territoire low-tech – Vers une industrie low-tech en Provence-Alpes-Côte d'Azur » ; ADEME, 2023) qui semble davantage tendre vers une économie de la fonctionnalité et de la coopération et vers l'éco-conception que vers une DLT. Lors d'un point d'étape de l'expérimentation en juillet 2023, un travail a été mené avec 4 entreprises ayant abouti à la création de machines adaptées et à une réappropriation technique en termes de maintenance, à une baisse des coûts, à une montée en compétence par la formation, et à la création d'emplois, dont on ne connaît toutefois pas les caractéristiques.

IV.5. Aspects réglementaires & usages : une question d'accessibilité ? Un exemple de discussion autour de la réglementation

Une « Enquête du 20h » propose un reportage à propos de sols aujourd'hui pollués par la Dieldrine, pesticide interdit en France en 1994⁴⁴. L'idée est que la réglementation, bien qu'essentielle, ne suffit pas à protéger la société, et que les « boîtes noires » constituent effectivement une perte importante de liberté.

Des pesticides dont on connaît la dangerosité sont toujours utilisés en France et dans d'autres pays ; d'autres scandales que celui de la Dieldrine ont déjà éclaté, comme celui de l'amiante. La discussion montre à la fois la confiance relative qu'il convient d'accorder à la réglementation, et la force dangereuse voire mortelle de la poursuite du seul profit financier. L'appropriation des techniques permet de contrecarrer, dans une certaine mesure, une activité commerciale de profit au détriment de la santé en l'occurrence.

⁴⁴ Journal télévisé, France 2, lundi 12 juin 2023. L'entretien, disponible ici, constitue un exemple de retranscription méthodique : <https://drive.univ-rouen.fr/f/ea3d0b4f0eec4b4e9cde/?dl=1>

Les propos retenus dans le reportage du Chef du service régional de l'alimentation – DRAAF Nouvelle-Aquitaine –, après avoir évoqué le « poids de l'histoire » et une responsabilité « un peu partagée », pointent la responsabilité de l'utilisateur (l'agriculteur). La responsabilité du législateur qui autorise l'utilisation de la Dieldrine, celle éventuellement de la recherche scientifique, celle de l'État par son pouvoir d'orientation, de surveillance et de contrôle, celle des fabricants, des distributeurs intermédiaires le cas échéant, des commerciaux, conseillers agricoles ou vendeurs auprès de l'utilisateur final, ne sont pas évoquées.

Quelles que soient les motivations possibles de l'agent de service public qui l'amènent lors de l'interview à transférer la responsabilité sur l'utilisateur, c'est là un fait qu'il convient de considérer : les images d'archives reprises dans le reportage montrent des agriculteurs en train d'épandre le produit mains, bras et visages nus, à la main via un tuyau d'aspersion ou de manière mécanique via un engin agricole ouvert (dénué de protections), ou encore un avion. Vraisemblablement, le risque encouru pour la santé n'est ainsi pas connu par l'utilisateur final.

Il y a là un exemple d'enjeu de l'appropriation des techniques, et de la diffusion et du partage des connaissances : savoir comment un système fonctionne, qu'il soit technique ou comme ici, chimique, comment il est construit ou fabriqué, permet d'augmenter la conscience, en l'occurrence des risques encourus, et rend donc possible le choix d'utiliser ou non, et dans quelles conditions, le système considéré. C'est aussi en ce sens que l'appropriation des techniques rend la liberté à l'utilisateur. C'est sans doute aussi à cette condition (la connaissance des externalités, ou plus simplement et plus directement des risques et des conséquences) que le consommateur peut gagner en liberté de choix, et ainsi acquérir une capacité à réguler ou orienter les marchés : n'est pas fabriqué, parce que n'est pas vendu, ce qui n'est pas acheté.

Cela signifie aussi que la réglementation non seulement n'écarte pas tous les risques, mais encore que les responsabilités peuvent être transférées à l'utilisateur, et que l'accessibilité de la documentation scientifique et technique est un enjeu majeur. L'ensemble présente une piste de réflexion qui peut être transposée au bien-fondé d'une industrialisation des LT eu égard à la réglementation et à la PI.

IV.6. Changer les comportements ?

Axon relève que les « lifestyle choices are located at the centre of addressing climate change » (2017), en même temps qu'il constate un rejet des modes de vie durables et des changements de comportements dans la population étudiée, constituant autant de « social dilemmas ».

IV.6.1. L'incitation fonctionnelle

Il faut constater que l'incitation institutionnelle, sous sa forme non contraignante qu'est la sensibilisation, existe et fonctionne ; en témoignent des changements de comportements perceptibles à la suite de campagnes de prévention déjà menées (sécurité routière, consommation d'alcool, gestes éco-énergétiques

par exemple)⁴⁵. Les marques ne sont pas forcément en reste, incitant par exemple à ne pas acheter un produit neuf mais à préférer la réutilisation (Patagonia, Décathlon), en somme à diminuer la consommation de ressources, de manière éventuellement corrélée à la disponibilité du produit et tenter ainsi d'ajuster consommation et production. D'ailleurs ici, c'est pas Versailles. Les changements de comportements et de mentalités évoluent ainsi parallèlement aux BM. Dans l'organisation interne des entreprises, on parle même d' « évangéliser les collaborateurs pour leur expliquer le bien-fondé des actions et les amener à changer leurs habitudes », alors qu'apparaît la fonction de « responsable sobriété énergétique » (Laidet, 2022).

IV.6.2. L'intérêt social et environnemental avant l'intérêt économique ?

C'est ce qui paraît souhaitable au regard de la TBL et du contexte actuel, dans le même temps que la rareté croissante de certaines ressources peut fortement impacter la consommation à cause d'un coût en augmentation. Au 22 juillet 2023, avec la baisse du prix du pétrole, la tonne de plastique coûtait 1000€ tandis que celle de plastique recyclé s'affichait à 1700€, confirmant que la transition coûte plus cher. C'est donc par une prise de conscience et par des choix délibérés (« conscients ») du consommateur notamment que les BM pourront changer. Sous une autre perspective, Goulet alerte sur les effets rebonds des processus d'attachement et de détachement associés à l'innovation par retrait, et fait porter l'attention sur la capacité des grandes firmes à s'adapter aux changements des pratiques en proposant de nouveaux produits fortement consommateurs de ressources, voire à orchestrer des CP dans le but de soutenir les ventes (2012, p.215, 219-220), tandis qu'une interview de Benoît Rabilloud, patron Europe de l'Ouest de la division Agrochimie de Bayer, corroborant l'effet rebond de Goulet, illustre la stratégie d'un groupe controversé, visant à maintenir une économie oligopolistique : « Le rachat du groupe américain Monsanto était la meilleure stratégie pour accompagner la transition du monde agricole », en permettant au groupe de développer des « offres alternatives aux produits phytosanitaires » (Lecompte & Grangier, 2021, p.14).

IV.6.3. Changer les comportements par obligation, bon sens, plaisir ?

La sécheresse prive d'eau courante plusieurs communes en France cet été, et un témoignage d'utilisateur indique qu'il ponctionne 100l d'eau par jour dans une fontaine publique essentiellement pour la douche et les toilettes : les critères d'acceptabilité de la douche solaire ou des toilettes sèches pourront peut-être devenir tout à fait secondaires si les comportements restent identiques. Dans le même thème et sous un angle de techno-solutionnisme, Febreze incite à vaporiser un produit contenu dans une coque en plastique pour « empêcher les odeurs de s'installer sur les surfaces textiles », plutôt que d'aérer ou de rabattre le couvercle des toilettes avant de tirer la chasse d'eau⁴⁶.

⁴⁵ Exemples de campagnes d'incitation ou de prévention concernant la santé, les incendies, la consommation énergétique : « Tabac, alcool, alimentation, activité physique. En changeant de comportement, on pourrait éviter la moitié des cancers », <https://youtu.be/aDghkvC3D30> ; « Soraya évite un feu de forêt. Elle utilise un cendrier », <https://youtu.be/3V9WgqQCno> ; « Luc évite un feu de forêt. Il allume son barbecue loin de la végétation », <https://youtu.be/UUNH4eotLiA> ; « Chaque geste compte », <https://youtu.be/W4J1PhLD9Ks>.

⁴⁶ Publicité - FEBREZE - Petit coin - Février 2023 https://www.youtube.com/watch?v=n_Z2_oVjY-s

Par ailleurs, les propositions de slow tourisme se développent, s'appuyant sur la mobilité douce, et semblent s'inscrire dans des pratiques en augmentation, parallèlement à un paysage économique de la mobilité qui change, puisque l'on voit la multiplication des points de location de vélos, cyclo-relais touristiques, des points de réparation ou d'entretien accompagné.

IV.6.4. La sobriété est le maître-mot

Quelle que soit la motivation, et comme le note Kris De Decker : il « est peu probable que le passage à des vélos cargos sans réduire sensiblement le volume total de marchandises transporté permette de réduire les émissions » (2023), la sobriété est certainement un phare à suivre dans le changement des comportements, même s'il peut être aussi une question beaucoup plus humaine. Mais alors que l'efficacité peut se mesurer (Veltz, 2022, p.104), la sobriété est une notion plus difficile à cerner et à mesurer. En termes de consommation par ailleurs, ou de comportement du consommateur pour consommer différemment, Moran & Wood indiquent qu'il peut aboutir à réduire jusqu'à 25% les émissions de GES tout en précisant que le seul levier de la consommation reste très insuffisant, et qu'il faut transformer les méthodes de production (2020). Wood rappelle cependant, sur la base de travaux datant de 2012 et 2014 : « It has been argued that changing gross consumption patterns offer a similar or even larger potential reduction of environmental load than improving the environmental efficiency of the economy (O'Rourke, 2014; Barrett et Scott, 2012) » (Wood, Moran *et al.*, 2018), tout en proposant un outil de simulation de résultats en fonction d'incitations et de politiques liées à la consommation, intégrant les effets rebonds potentiels. Alexander & Yacoumis (2018) quant à eux développent l'idée que les réductions immédiates de carbone doivent venir principalement du côté de la demande, la transformation des systèmes énergétiques prenant trop de temps. Tentant de préciser davantage la notion de sobriété, Veltz en évoque 3 types : sobriété individuelle, sobriété systémique (qui s'appuie sur l'économie telle qu'elle existe), sobriété structurelle (qui prône un changement des valeurs et des priorités économiques) (2022, p.109-115), comptant ainsi sur les changements de comportement et de paradigme.

Hache prône aussi une démarche de sobriété pour diminuer la consommation de ressources, à trois niveaux différents (réglementation, éducation du consommateur, changement des représentations) qui rappellent les sobriétés de Veltz : « la question du Low Tech et dans sa globalité d'un esprit Low Tech combine à la fois ce qu'il est nécessaire de faire : un processus d'apprentissage aux enjeux matériaux, la création d'un lien avec la technologie et une prise de conscience de la finitude du monde. Le Low-Tech nous invite à repenser le monde comme il est, un monde assis sur la matière et donc les ressources naturelles » (2022).

IV.6.5. Émotions et morale

Parmi les cinq outils indispensables à la « révolution vers la durabilité » cités dans les conclusions du rapport Meadows figurent l'inspiration, l'honnêteté, l'amour (Meadows, 2022, chapitre 8).

Ainsi, la question des comportements liés à la transition et à un éventuel changement de paradigme saurait difficilement se passer de l'éclairage des sciences humaines aux côtés des spécialistes des sciences & techniques.

IV.7. Quelques pistes d'études

Plusieurs pistes d'études ressortent de cette première approche de la DLT, dont voici quelques exemples autour de l'entrepreneuriat et de la construction de nouveaux BM.

IV.7.1. Typologie de l'innovation et démarche low-tech

L'innovation LT n'est finalement pas bien caractérisée et très peu de travaux en sciences de gestion s'y attachent. Qu'est-ce que l'innovation LT ? Quelles peuvent-être ses implications managériales et théoriques ? Peut-on envisager la DLT à travers les mécanismes classiques d'innovation ? Quels peuvent être ses effets ?

Pour exemple, quoique peut-être à la marge des questions soulevées, Pierre Veltz évoque le *Red Queen Effect* comme un effet rebond du point de vue de la consommation (2022, p.95), quand Delacour & Liarte (2012) l'évoquent du point de vue de la production, dans les deux cas lié à la dynamique concurrentielle ; dans quels termes ce mécanisme classique peut-il valoir pour l'EnLT, en ce qui concerne les BM d'entreprises LT d'une part (Breizh Bell, Aezeo...), d'autre part en ce qui concerne les BM d'entreprises classiques associées à la DLT (CPMi) ? À l'inverse, peut-on imaginer que tenant compte de ses particularités, la DLT incarnée par l'EnLT s'écarte dans ses effets des mécanismes classiques, voire les empêche, la compétitivité pouvant éventuellement laisser la place à la nécessité de transition ? La littérature s'est déjà emparée du questionnement de l'innovation responsable et éthique⁴⁷, qu'il faut poursuivre.

IV.7.2. Outil de résilience contre la défaillance des entreprises ?

Intégrant la TBL et les limites planétaires, interrogeant le besoin, la coopération, la subsidiarité, proposant des concepts pour intégrer finalement la théorie du *Donut*, la DLT figure clairement comme un outil de résilience. Par ailleurs, la DLT permet souvent un endettement minime dans le cadre entrepreneurial, qu'il s'agisse de l'investissement d'entrée ou du fonctionnement de l'activité. Les principes LT conduisent enfin davantage à l'auto-construction, au réemploi, au partenariat ou à la mutualisation plutôt qu'à l'achat de structures et de matériels, et aboutissent donc à réduire la dépendance à d'autres acteurs, notamment financiers. Face aux perspectives d'effondrement parfois exprimées (Herrington, 2021 ; Meadows, 2022 par exemple), ou simplement de transformation des méthodes de production et de l'économie, la DLT pourrait-elle ainsi tenir un rôle pour éviter la défaillance des entreprises ?⁴⁸

⁴⁷ Barlatier, P.-J., Georget, V., Pénin, J., & Rayna, T. (Dir) (à paraître fin 2023). Les enjeux économiques, politiques et managériaux de l'innovation responsable. Numéro spécial en construction. *Innovations, revue d'économie et de management de l'innovation*.

⁴⁸ Inspiré de l'appel à contributions pour le 6^e Colloque interdisciplinaire sur la défaillance d'entreprise (23 et 24 novembre 2023, à l'université de Limoges - CREOP).

IV.7.3. Les économies de partenariats

Liés à un changement de paradigme, plusieurs systèmes économiques sont évoqués intégrant la TBL : la permaéconomie, l'économie symbiotique ou l'économie régénérative en sont des exemples, dont les principes rejoignent ceux de la DLT, qui exigent des transformations structurelles et socio-techniques. Perret relève ainsi dans l'ouvrage d'Emmanuel Delannoy « l'usage optimisé et économe de l'énergie et des matières premières, l'imitation et l'utilisation des processus naturels, (...) la mutualisation des ressources (...), les fonctionnements coopératifs » (2017) qu'on retrouve par ailleurs dans les différentes recherches de BM soutenables. Delannoy schématise sa proposition en reprenant la représentation inclusive de la TBL mais en changeant les termes, la « biosphère » incluant « l'anthroposphère », incluant enfin le « système permaéconomique », lequel associe étrangement différents types d'économies : circulaire, industrielle et territoriale, de la fonctionnalité et de la coopération, du biomimétisme (2021, p.122). Dorothée Browaeyls relève qu'il manque à ce cadre général une traduction politique, économique et comptable (Vettraino, 2019), pour laquelle une étude d'expérimentations entrepreneuriales pourrait apporter des éléments. Associée au management des connaissances, Lacombe propose les prémices d'une « nouvelle méthodologie d'organisation de l'information », associée à l'outil numérique et au biomimétisme, liant donc la *high-tech* à une méthode inspirée par la nature, qui figure peut-être aussi comme un champ à investiguer. De son côté, Guimbretière associe permaculture, villes en transition, *low-tech* pour aboutir finalement au schéma de la TBL, ce qu'il appelle « stratégie intégrée » (2021). Sempels & Thuillier proposent enfin une économie régénérative (2022), quand le concept d'écologie industrielle et territoriale se déploie par ailleurs, d'éco-industrie locale ou encore d'économie distribuée. D'autres concepts montrant des adjacences pourraient être comparés à la DLT : l'économie collaborative, de partage, contributive, participative, de la coopération, du bien commun, perma-circulaire, pair-à-pair, par exemple, et susciter des interrogations sur la manière de les construire et d'envisager les interrelations entre les individus et entre les organisations. Pour poursuivre le parallèle avec la nature et mettre en lumière une perspective d'étude possible sur les stratégies et processus managériaux (entre possibilité, opportunité, choix, obligation), relevons que la « coopération » signifie en écologie que « des espèces animales ou végétales vont tirer un avantage de la présence de l'autre » ; c'est une relation optionnelle, différente de la « symbiose » qui constitue une relation obligatoire.

Comment distinguer ou relier ces différents concepts qui montrent une forte proximité ou proposent certains principes clés qui se croisent ? Quelles sont les pratiques observables ?

À l'instar de la DLT, elles induisent des partenariats nombreux et se concentrent plutôt sur des échelles spatiales à taille humaine.

IV.7.4. Territoires et échelle spatiale

L'échelle territoriale est évoquée par de nombreux auteurs autant que par les praticiens de la soutenabilité, comme remède à certains maux d'une organisation économique trop tournée vers le profit, ou bien interrogée comme outil spécifique dans un contexte de transition (Talandier, 2020), ou dans un contexte de

crise : le partage d'un même environnement et de ses problématiques, le sentiment d'être mieux compris ou la possibilité d'un échange humain constituent d'ailleurs un argument dans le marketing des grandes marques, dans la communication desquelles le rapprochement territorial est source de compréhension mutuelle, de confiance, de rapidité⁴⁹. En lien avec les CP, les territoires présentent un maillage des forces *bottum-up* grâce aux structures apprenantes ou inclusives : tiers-lieux, fablabs par exemple, qui contribuent d'une part à apporter des réponses durables à des problématiques locales, d'autre part à structurer les territoires avec le soutien des collectivités publiques, et plus globalement à la transition (Bauwens, 2020). La littérature s'est beaucoup intéressée aux grandes industries ou aux grandes entreprises. L'anticipation d'un 6^e paradigme techno-économique, en référence à Freeman et à l'extrapolation proposée, offre une place importante à l'étude de l'innovation dans les territoires, où les TPE et les artisans peuvent jouer un rôle majeur, notamment au sein d'un système « glocal ».

IV.7.5. Innovation et artisanat

L'artisan, en lien avec la DLT, peut donc constituer un maillon d'un système résilient : tissage d'un écosystème territorial, transmission de savoirs et savoir-faire, destinataire privilégié de l'essaimage ou d'une économie distribuée. Toutefois la notion d'innovation ne lui est pas toujours reconnue et l'artisanat constitue un pan de l'entrepreneuriat peu étudié, entre l'homme de métier et l'entrepreneur (Blanchard & Albert-Cromarias, 2020). Un programme s'est pourtant emparé de cette question dans l'objectif de co-construire des outils de gestion : le « Réseau Artisanat-Université », créé dans les années 2000 (Calmé & Polge, 2017), duquel il serait peut-être intéressant de se rapprocher. Si elle est peu discutée, l'innovation n'est toutefois pas retirée aux entreprises artisanales (Boldrini, Journé-Michel, & Chené, 2011). En lien avec cette question et les systèmes d'innovation, il peut être intéressant de confronter les *process* à l'œuvre dans le MLT aux théories d'Arrow (un seul inventeur) et de Callon (collectif), pour essayer de mieux comprendre l'émergence de l'innovation dans la communauté LT. Dans un récent travail, Martinus expose par ailleurs les liens créateurs de valeur entre des artisans, ou même des amateurs, et les industries d'un territoire, ainsi que leur rôle dans les innovations perturbatrices (2022), posant ainsi en creux les questions du rôle des CP et du management des connaissances.

IV.7.6. Des liens entre TPE et PME-TGE pour interagir et transformer

La littérature récente décrit un système d'innovation entre *start-ups* ou TPE et grandes entreprises, mais dans le cas de *start-ups* impulsées par les grandes firmes, par exemple *via* un incubateur (Marozzo, Abbate, Cesaroni, Crupi, & Di Minin, 2023), et remet en question la localisation privilégiée de l'économie de la connaissance dans les entreprises à haute valeur ajoutée, indiquant que les secteurs manufacturiers ou à faible technologie (au sens de l'OCDE) constituent aussi des points de concentration R&D importants (Hansen & Winther, 2015 ; Hertog, Gallouj & Segers, 2011). À l'instar du lien NeoLoco-CPMi, la question des rapprochements entre l'EnLT et des entreprises bien établies peut ouvrir une voie de recherche

⁴⁹ « SG prend ses décisions dans votre région », campagne publicitaire, Société Générale.
<https://www.youtube.com/watch?v=22ziUx9EkcQ>

susceptible d'éclairer un type de passage à l'échelle, et de produire des outils pour les praticiens, qu'il s'agisse de *process* techniques ou organisationnels, inclus dans une soutenabilité forte.

IV.7.7. Modèles d'affaires soutenables et entreprises low-tech

L'aspect qui suscite les questions les plus immédiates et concrètes est celui de l'EnLT, pour les praticiens. La piste d'étude la plus évidente est ainsi celle des BM LT, et des BM soutenables plus généralement, par la double entrée littérature et terrain. Il n'existe pas de BM théorique et il y a un intérêt fort à proposer un outil rapidement intelligible passant par la visualisation (Täuscher & Abdelkafi, 2017). Il existe quelques initiatives très intéressantes concernant l'économie circulaire, comme la matrice BM3C2 de Jean-Claude Boldrini qui apporte un élément important pour visualiser les partenariats. L'intégration dans un BM des principes de la DLT comme l'encapacitation ou l'*OSWH* pose en outre des difficultés économiques et juridiques qu'il convient de dénouer, mais pour lesquelles quelques expérimentations ont montré qu'on pouvait les contourner, même si cela reste à la fois compliqué et fragile.

Il s'agit donc de pouvoir mieux caractériser les BM LT, soutenables, les valeurs invoquées et leurs transpositions entrepreneuriales.

Conclusion

Bifurcations et progrès

Les discours marquants d'élèves diplômés des grandes écoles, depuis 2018 (Miller & Nasi, 2022), et de nombreuses études par ailleurs menées illustrent une rupture avec le schéma classique de projection des jeunes, à la fois en ce qui concerne les conditions de travail et le rôle professionnel envisagé eu égard à la société et à l'environnement. Il s'agit pour eux de ne pas devenir « un rouage essentiel d'un système capitaliste de surconsommation » (Choisne, 2018) ou un « pion utile du système » (Benoît Halgand, Polytechnique, 2022), de désertier des « emplois destructeurs » pour la planète (AgroParis Tech⁵⁰), finalement de transformer la société en changeant « radicalement de système politique, économique et culturel » tout en incitant les formations à s'adapter à ce nouveau paradigme (Marine Le Gloan, Sciences Po, 2022), tout en sifflant Patrick Pouyanné, PDG de Total Énergies et parrain de la promotion 2022 de l'école Polytechnique, ou en refusant l'embauche dans une « banque qui propose un salaire démentiel, mais dont les projets vont à l'encontre de nos convictions » (Camille Fournier, HEC, 2022).

Ces discours fortement médiatisés trouvent un écho dans les intentions majoritaires des jeunes d'occuper un emploi aux impacts sociaux et environnementaux positifs : « renoncer à postuler dans une entreprise qui ne prendrait pas suffisamment en compte les enjeux environnementaux », « changer d'emploi pour un travail écologiquement utile » (Harris Interactive, 2022), recherche d'une culture du partage, évoluant sous une autorité choisie plutôt qu'imposée, en développant les aspects créatifs et affectifs (Gentina & Delécluse, 2018), plutôt dans le secteur de l'environnement, de l'énergie ou de l'humanitaire, de l'ESS, quitte à se trouver en situation d'emploi précaire (IPSOS 2021).

Il est marquant de relever que 75% des diplômés de l'école Centrale choisissent aujourd'hui une insertion professionnelle en ETI, plutôt que dans des grands groupes, ce qui représente un basculement par rapport aux générations précédentes (Jean-Baptiste Avrillier, directeur de l'École Centrale de Nantes), et de relever que le MLT a débuté et se développe essentiellement à l'initiative de jeunes en bifurcation, diplômés des grandes écoles publiques d'ingénieurs.

Ces éléments questionnent la place de l'ingénieur dans la société : décideur, puis manager, aujourd'hui souvent exécutant, reprendra-t-il demain un leadership sur le cycle de vie et l'innovation ?

Le MLT questionne aussi plus largement la place de l'entreprise, non pas en tant que telle mais en tant que moteur d'un système économique néfaste à la société et à l'environnement.

Si l'innovation s'associe paradoxalement bien avec la tradition, elle s'oppose en revanche au conservatisme comme le suggère Benoît Godin (« Le retrait à l'aune d'une analyse historique de l'innovation », in Goulet, 2022, pp. 23-33). C'est ce paradoxe que rappellent le MLT et la DLT, poussés par l'urgence d'une réponse à donner aux crises actuelles.

⁵⁰ <https://www.youtube.com/watch?v=rhOIPW0dENs>

Ce sujet d'innovation questionne encore la notion de progrès. Les Îles Pitcairn (dépendance du Royaume-Uni) sont les premières à permettre aux femmes de voter sans condition particulière en 1838. Comme se développent en France le « progrès » technique et l'économie, le droit de vote est y accordé aux femmes en 1944 seulement. Depuis le 31 janvier 2013, elles ont légalement le droit de porter un pantalon : il y a 10 ans seulement. Si la notion de progrès mérite donc d'être interrogée, ce dernier élément montre aussi qu'il est parfois nécessaire d'expérimenter et d'agir sans attendre un changement de la législation. Franck Debouté, architecte DPLG et dirigeant d'un site d'hébergement écotouristique (Embruns d'herbes, Plogoff, Finistère), y installe illégalement en 2011 un système de phyto-épuration pour traiter ses eaux usées, dont l'efficacité avait pourtant été validée par une série d'analyses, démontrant une meilleure qualité de l'eau ainsi filtrée que celle de l'eau potable du réseau collectif. Le MLT suit cette voie d'expérimentation, qui est toutefois moins facile à mettre en œuvre dans le cadre de l'EnLT, lorsque des tiers sont impliqués.

En termes de progrès encore, la notion de savoirs disparus, notamment en lien avec l'artisanat et l'encapacitation, avec la simplicité et le bon sens, mérite d'être évoquée. Dans le domaine du maraîchage, la « french method » a été inventée en France au moment où Hausmann traçait ses avenues dans le Paris des années 1800-1850, pour utiliser au mieux une petite surface et pour que les maraîchers parisiens puissent conserver leurs revenus. Enseignée en France jusque dans les années 1970, elle s'est ensuite exportée aux États-Unis, puis au Canada, et n'est revenue en France que très récemment, non pas dans les centres de formation mais dans des tiers-lieux proposant des solutions alternatives au système hollandais, qui implique dans sa méthode des serres en verre, des godets, des machines à rempoter par exemple, et qui ne sont pas nécessaires pour la *french method*. Aujourd'hui elle n'intéresse que des néo-paysans, offre un travail manuel dix fois plus productif qu'un travail mécanisé, permettant donc d'obtenir sur une surface de 1000 m² l'équivalent d'1 ha en culture conventionnelle, qui multiplie de surcroît les sources de revenus grâce à une rotation des cultures⁵¹. Le bélier hydraulique est un autre exemple de technique disparue, en train de réapparaître au sein de l'EnLT (Viseta). Dans un autre domaine, la raréfaction de soudeurs fortement qualifiés oblige la France à faire intervenir des soudeurs canadiens et nord-américains pour la maintenance actuelle des centrales nucléaires, donnant un exemple de perte d'*empowerment* au niveau national, alors que « les sujets énergétiques constituent un aspect fondamental à la fois de notre compétitivité et de notre souveraineté, et de notre stratégie face au dérèglement climatique »⁵².

Les pouvoirs publics, *via* ses agences ou les collectivités territoriales, soutiennent toutes sortes d'actions directement liées à la LT : l'ADEME dépense par exemple 500 k€ pour soutenir les projets sélectionnés à l'issue de l'AMI 2020-2021 en Île-de-France ; un autre AMI est en cours en Normandie ; la région Bretagne impulse également 500 k€ de subventions pour des formations LT et flèche en sus 100 k€ en 2020 vers le LTL pour des actions de communication. Bien d'autres soutiens sont réalisés, qui se chiffrent désormais en millions d'euros⁵³.

⁵¹ Christian Carnavalet, dans l'émission « Silence, ça pousse », diffusée le 28 juillet 2023 sur France 5.

⁵² Emmanuel Macron, Conseil européen, Bruxelles, vendredi 24 mars 2023 : <https://www.dailymotion.com/video/x8jewb6> .

⁵³ <https://www.gref-bretagne.com/ressources/low-tech-bientot-des-formations-bretonnes-proposees-en-open-source/> ;

De leur côté, les autorités internationales de la comptabilité à travers l'IASB (*International Accounting Standards Board*) indiquent en juin 2023 que les normes comptables ne doivent pas intégrer d'éléments financiers issus des impacts sociaux et environnementaux ; elles peuvent être des indicateurs dans un tableau de bord, mais ne doivent intervenir ni dans le bilan ni dans le compte de résultats, afin de préserver l'utilité du bilan comptable, indicateur de la viabilité économique de l'organisation. Ainsi, même si la triple comptabilité n'est globalement qu'à son étape d'idéation, le monde de l'entreprise ne semble pas encore prêt à changer véritablement de paradigme.

Comme il est relevé par plusieurs auteurs, la multiplicité et l'union des disciplines, issues des sciences & techniques et des sciences humaines, est nécessaire pour la transition et pour arriver à proposer un modèle d'innovation et d'entrepreneuriat soutenables. Le « croisement des sciences de l'ingénieur et des sciences humaines est également la force de la DLT » (Auvity & Teissier, 2023, 1^{re} table ronde).

Apports et limites de l'étude

Le présent travail, exploratoire, propose d'abord une cartographie du MLT, sous la forme d'une BDD exploitable, utile à la fois pour mener cette recherche, et comme outil potentiel pour les praticiens, ou pour d'autres recherches. Il propose aussi de contribuer à la découverte d'un mouvement présentant des valeurs et principes *a priori* difficilement compatibles avec l'entrepreneuriat. Pourtant, tout son intérêt réside dans un passage à l'échelle entrepreneuriale comme une piste parmi d'autres d'activité soutenable intégrant la TBL. Le point critique de la démarche tient sans doute dans le principe d'encapacitation, induisant des modalités telles que l'*OSHW* ou l'essaimage. En tentant d'observer des entreprises récemment créées pour comparer leurs BM aux principes LT qui font consensus au sein du mouvement, nous apportons l'idée, qui reste à préciser, d'un concept qualitatif d'appropriation comme un indicateur potentiel (KPI) de la réalisation de l'EnLT, et sous un aspect plus épistémique, suggérons une désignation pouvant correspondre à une modalité d'activité propre aux BM LT (*DIY/T-with me*). Le nouveau paradigme nécessaire à la pleine réalisation de l'idéal LT s'incarne partiellement dans les expérimentations entrepreneuriales en générant des innovations sociales et organisationnelles, liées à l'encapacitation ou au travail avec les énergies intermittentes, en générant aussi la reconstruction d'un maillage territorial, et de filières vertueuses.

La question de la viabilité reste en suspens. Les cas d'EnLT étudiés semblent construire leurs BM par tâtonnements, en évoluant rapidement, et en ne bénéficiant pas d'exemples sur lesquels s'appuyer. Ils peuvent présenter des compromis, souvent en faveur d'un établissement plus rapide ou plus simple de l'activité commerciale. Les entretiens menés et les observations faites, qui constituent un point de départ, demandent à être renouvelés et étendus, pour approfondir des zones d'ombre qui subsistent, suivre les évolutions qui ont lieu, et agrandir le terrain de recherche à de nouveaux cas pour opérer par ressemblances-différences, mieux saisir aussi les motivations de l'entrepreneur LT, qui sont des déterminants essentiels aux conditions de mise en œuvre, bien au-delà des produits LT, de la démarche LT dans les BM.

https://www.bretagne.bzh/app/uploads/2020/04/DAJCP_SPA_04.pdf ;

https://pod.bretagne.bzh/hosting/kentika/raa/2020/RAA-534-T1_10-2020.pdf ; ADEME Normandie (2022).

Cette découverte d'une voie LT appelle donc à préciser et approfondir les travaux, et aussi à viser la construction d'un outil pour les praticiens, autour d'une théorie de BM LT. Une telle ambition doit s'appuyer sur ce qui constitue aussi les limites du présent travail : (i) l'analyse rigoureuse d'une littérature pertinente⁵⁴, la mise en relation des différentes hypothèses de recherche ainsi mises au jour, leur confrontation avec les principes LT ; (ii) l'observation approfondie des terrains d'expérimentation, le développement mais aussi l'itération des entretiens en même temps que les expérimentations évoluent dans le cadre d'un paradigme en pleine construction et donc, constamment mouvant ; (iii) un échange cadré et de confiance avec les acteurs de l'EnLT, éventuellement dans des modalités d'observation participante, afin d'interagir pour tenter d'établir collectivement un modèle d'EnLT.

Les biais de la présente recherche sont bien sûr nombreux. Le premier tient sans doute dans la posture du chercheur : comprendre la place à tenir, savoir mettre à distance son propre raisonnement pour permettre une écoute laissant entrer les connaissances et avis extérieurs, faire preuve d'empathie et de patience, sans jamais considérer définitive ou absolue une première opinion. Le premier *ex aequo* tient dans une organisation du travail qui ne doit subir aucune faille, où chaque atome constituant chaque molécule de chaque brique de l'édifice doit immédiatement être placé et, même provisoirement, exploité. Le deuxième tient dans le degré de connaissance et d'expérience insuffisamment élevé, qu'il s'agisse de méthodologie ou de maîtrise disciplinaire : les méthodes de codage ou d'entretien ont été découvertes tardivement, la multidisciplinarité a été passionnante autant qu'un réel obstacle (sciences de gestion, LT, transition, économie, sociologie, graphes, ingénierie...).

⁵⁴ La capacité à rechercher les informations réellement pertinentes ou à poser les questions adaptées est un obstacle que nous pensons tout juste, aujourd'hui, pouvoir commencer à surmonter.

Bibliographie

- ADEME (2021). *Transition(s) 2050. Choisir maintenant. Agir pour le climat*. Rapport de prospective. ADEME. <https://librairie.ademe.fr/recherche-et-innovation/5072-prospective-transitions-2050-rapport.html>
- ADEME (2022). *Démarches « low-tech ». État des lieux et perspectives*. Rapport final. ADEME. 53p. <https://librairie.ademe.fr/consommer-autrement/5421-demarches-low-tech.html>
- ADEME (2023). *Territoire low-tech - Vers une industrie low-tech en Provence-Alpes-Côte d'Azur*. Webinaire. Point d'étape. 11 juillet 2023. <https://www.dailymotion.com/video/x8mspxf>
- ADEME Normandie (2022). *LOW-TECH Normandie - Soutien aux démarches « low-tech » sur le territoire normand*. Cahier des charges de l'Appel à Manifestation d'Intérêt. ADEME.
- Alexander, S. & Yacoumis, P. (2018). Degrowth, energy descent, and “low-tech” living: Potential pathways for increased resilience in times of crisis. *Journal of Cleaner Production*, 197, 1840–1848. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.100>
- André, J.-C. (2022). Fabrication additive : révolution ou simple évolution sociétale ? *Techniques de l'ingénieur*. Réf AG115V2
- Arzumanyan, L. & Mayrhofer, U. (2018). Les communautés de pratique en innovation dans les entreprises multinationales : le cas du Groupe SEB. *Recherches en Sciences de Gestion*, 125, 27-44. <https://doi.org/10.3917/resg.125.0027>
- Auvity, B. & Teissier, P. (Organisateurs). (2023). *Déconstruire la notion d' « innovation » par les low-tech : transformations économiques, sociales et culturelles du temps présent*. Journées scientifiques, 12. 5 juin 2023. Nantes Université.
- Axon, S.. (2017). “Keeping the ball rolling”: Addressing the enablers of, and barriers to, sustainable lifestyles. *Journal of Environmental Psychology*, 52, 11-25. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2017.05.002>
- Ayache, M., & Dumez, H. (2011). Le codage dans la recherche qualitative. Une nouvelle perspective ? *Le Libellio d'AEGIS*, 7 (2 - Été), pp.33-46.
- B., N., & B., A. (2022). Du système D à un projet de société : la low-tech au-delà du bricolage. Livre *Ingénieurs Engagés*. 28 novembre 2022. <https://ingenieurs-engages.org/2022/11/du-systeme-d-a-un-projet-de-societe-la-low-tech-au-dela-du-bricolage/>
- Barthod-Prothade, M. (2012). Le bien être donne-t-il du sens au travail : Produire simultanément une performance économique et sociale pour l'entreprise et du bien-être au travail pour le salarié. *Revue internationale de psychosociologie et de gestion des comportements organisationnels*, XVIII, 123-157. <https://doi.org/10.3917/rips1.046.0123>
- Bauwens, T., Hekkert, M., & Kirzherr, J. (2020). Circular futures: What Will They Look Like? *Ecological Economics*, 175, 106703- . <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106703>
- Beauguitte, L. (2016). L'analyse de réseaux en sciences sociales et en histoire : Vocabulaire, principes et limites. *Le réseau. Usages d'une notion polysémique en sciences humaines et sociales*, Presses Universitaires de Louvain, pp.9-24.
- Benguigui, J.-M., Boldrini, J.-C. (2020). *Contexte économique, social et environnemental*. Rapport de projet pédagogique, IAE Nantes & Centrale Nantes.
- Bénisty, M. (2021). La Bretagne joue la carte des low-tech. *La Gazette des communes, des départements, des régions*. 11 février 2021.
- BenMahmoud-Jouini, S. & Silberzahn, P. (2023). *Clayton M. Christensen. Les innovations de rupture : défis et principes de management*. In: Les grands auteurs en management de l'innovation et de la créativité. 1: 84-100. Caen. Éditions EMS.
- Bihoux, P. (2021). *L'âge des low tech*. Éditions Points. 295p.

- Bihoux, P., Laboulais, F. *et al.* (2022a). *Pour des métropoles low-tech et solidaires. Étude*. Le Labo de l'ESS. https://www.lelabo-ess.org/system/files/2022-02/2022%20-%20Low-tech_WEB.pdf
- Bihoux, P., Laboulais, F. (2022b). *Vers une politique publique low-tech à l'échelle urbaine. Guide pratique à destination des collectivités*. Le Labo de l'ESS. https://www.lelabo-ess.org/system/files/2022-04/2022.%20Guide%20low-tech_VF_WEB.pdf
- Blanchard, G., Albert-Cromarias, A. (2020, juin). Artisans des villes, artisans des champs : une première approche des entreprises artisanales du bâtiment par la théorie évolutionniste. *XXIXe Conférence Internationale de Management Stratégique*, Toulouse, France. fihal-03156405
- Bocken, N. M. P., Rana, P., & Short, S. W. (2015). Value mapping for sustainable business thinking. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 32, Article 1. <https://doi.org/10.1080/21681015.2014.1000399>
- Bocken, N.M.P., & Short, S. W. (2016). Towards a sufficiency-driven business model : Experiences and opportunities. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 18, 41–61. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.07.010>
- Bocken, N.M.P., Short, S., Rana, P., Evans, S. (2013). A Value Mapping Tool for Sustainable Business Modelling. *Corporate Governance*, Vol. 13 Iss: 5, pp.482-497.
- Boldrini, J., Journé-Michel, H. & Chené, E. (2011). L'innovation des entreprises artisanales : Les effets de proximités. *Revue française de gestion*, 213, 25-41. <https://www.cairn.info/revue--2011-4-page-25.htm>.
- Boldrini, J.-C., & Antheaume, N. (2021). Designing and testing a new sustainable business model tool for multi-actor, multi-level, circular, and collaborative contexts. *Journal of Cleaner Production*, 309, 127209–. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127209>
- Bollinger, S., Neukam, M., Burger-Helmchen, T. (2023). *Vijay Govindarajan. L'innovation et les dynamiques du changement organisationnel : de la comptabilité à l'entreprise de demain*. In: Les grands auteurs en management de l'innovation et de la créativité. 1: 377-399. Caen. Éditions EMS.
- Bonaudo, T., Billen, G., Garnier, J., Barataud, F, Bognon, S., et al. (2015). *Le système agro-alimentaire. Un découplage progressif de la production et de la consommation*. In : Essai d'écologie territoriale : l'exemple d'Aussois en Savoie, CNRS Éditions, pp.157-178.
- Bourg, D. (2019). *Module 1 - Économie permacirculaire et perspectives d'avenir*. Module de cours. Centre d'études et de recherches intersectorielles en économie circulaire (CERIEC). 6 juin 2019. <https://www.youtube.com/watch?v=OsCW4Q3wVmA>
- Bourg, D. (2021). *Qu'est-ce que l'économie permacirculaire ?* Interview, Metabolism of Cities. 17 avril 2021. https://www.youtube.com/watch?v=qy7LLGD5j_Q
- Boutillier, S. & Laperche, B. (2023). *Christopher Freeman. La systémique de l'innovation*. In: Les grands auteurs en management de l'innovation et de la créativité. 1: 38-57. Caen. Éditions EMS.
- Briand-Decré, G. (2023). *Qu'est-ce qu'un entrepreneur valeureux ?* Article de blog. Merveillologie. 5 avril 2023. <https://merveillologie.com/quest-ce-quun-entrepreneur-valeureux/>
- Bureth, A., & Burger-Helmchen, T. (2023). *Keith Pavitt. Empirisme et transdisciplinarité : l'innovation dans tous ses états*. In: Les grands auteurs en management de l'innovation et de la créativité. 1: 299-320. Caen. Éditions EMS.
- Burger-Helmchen, T., Hussler, C. & Cohendet, P. (2023). *Introduction générale*. In: Les grands auteurs en management de l'innovation et de la créativité. 1: 6-11. Caen. Éditions EMS.
- Cadre, M., Rigaud, F. & Rivière, D. (2017). *Chapitre 1. Le travail : du plaisir du sujet au bien-être de l'acteur*. In: Rigaud, F. (dir.). Travail et management à l'épreuve des sciences sociales : Un éclairage pour allier qualité de vie au travail et performance (pp. 17-45). Caen. EMS Éditions. <https://doi.org/10.3917/ems.rigau.2017.01.0017>
- Calmé, I., & Polge, M. (2017). Artisanat-Université : quand deux mondes se rencontrent. Création d'une méthodologie de co-construction d'outils d'aide à la décision. *Revue internationale P.M.E*, 30(1), 19–26. <https://doi.org/10.7202/1039784ar>

- Carrey, J. & Lachaize, S. (2020). La recherche scientifique en Low-Tech : définition, réflexions sur les pistes possibles, et illustration avec un projet de métallurgie solaire. *La Pensée Écologique*, N° 5(1), 7–7. <https://doi.org/10.3917/lpe.005.0007>
- Carrey, J., Lachaize, S., & Carbou, G. (2021). Les Low-Techs comme objet de recherche scientifique. Vers une société pérenne, équitable et conviviale. *La Pensée écologique*. 15 décembre 2021. <https://lapenseeecologique.com/6312-2/>
- Cataldo, C. (2009). *Cultivating Communities of Practice: A Guide to Managing Knowledge*, by Etienne Wenger, Richard McDermott, & William M. Snyder. Boston, MA: Harvard Business School Press, 2002. 284 pages, hard cover. *Academy of Management Learning & Education*, 8(2), 301–303. <https://doi.org/10.5465/amle.2009.41788855>
- Catoir-Brisson, M.-J., Saurier, D., Teissier, P. (2023). *Acteurs et médiations des low-tech depuis les années 1970 : une tentative de débroussaillage*. Communication lors du colloque Déconstruire la notion d' « innovation » par les low-tech : transformations économiques, sociales et culturelles du temps présent. Journées scientifiques, 12. 5 juin 2023. Nantes Université.
- Cessieux, B. (2022). Des expérimentations low-tech dans six métropoles. *La Gazette des communes, des départements, des régions*. 11 avril 2022.
- Choisne, C. (2018). *Discours lors de la cérémonie de remise des diplômes*. Centrale Nantes. https://www.facebook.com/jeanmarc.jancovici/videos/discours-de-remise-des-dipl%C3%B4mes-2018-dun-jeune-ing%C3%A9nieur-%C3%A0-centrale-nantes/608960216204986/?locale=fr_FR
- Claude, G. (2019, 15 novembre). *La retranscription d'un entretien : outils, étapes et exemple*. Scribbr. Consulté le 12 juin 2023. <https://www.scribbr.fr/methodologie/retranscription-entretien/>
- Cohendet, P., Héraud, J.-A., Llerena, P. (2011). Une interprétation de l'approche de Michel Callon en termes de communautés de connaissance. Pp. 87-105. In: *Débordements: Mélanges offerts à Michel Callon* (Dir. Akrich, M. & Barthe, Y.). Paris. École des Mines. 408 p.
- Colin, C. & Martin, A. (2023). The user experience of low-techs: from user problems to design principles. *Journal of User Experience*. 18-2, pp. 68-85.
- Collin, P.-M., Livian, Y.-F. & Thivant, E. (2023). *Michel Callon et Bruno Latour. La théorie de l'Acteur-Réseau*. In: Les grands auteurs en management de l'innovation et de la créativité. 1: 242-261. Caen. Éditions EMS.
- Crétot, A. (2023). *La boulangerie solaire. Un exemple pour un futur radieux*. Éditions Terre vivante. 93 p.
- Cusin, J. & Loubaresse, É. (2015). L'interclustering: De la communauté de pratique aux réseaux d'innovation. *Revue Française de Gestion*, 41(246), 13–39. <https://doi.org/10.3166/RFG.246.13-39>
- Dando, L. (2014). *Vers une éco-industrie locale. Pour une réappropriation citoyenne de technologies durables*. Gap. Éditions Yves Michel. 188p.
- De Chatelperron, C. (2018). *Nomade des Mers. Le tour du monde des innovations*. Paris. Arte éditions. 239p.
- De Decker, K. (2021). *Isoler et réchauffer les personnes plutôt que l'espace*. Communication, Séminaire Bâtiments durables : Projets low-tech, Inspiration (26 mars 2021). Bruxelles Environnement.
- De Decker, K. (2023). Pouvons-nous rendre les vélos à nouveau durables ? Blog *Low-tech Magazine*, 28 février 2023. <https://solar.lowtechmagazine.com/fr/2023/02/can-we-make-bicycles-sustainable-again/>
- Delacour, H. & Liarte, S. (2012). Le Red Queen Effect : Principe, synthèse et implications pour la stratégie. *M@n@gement*, 15, 314-331. <https://doi.org/10.3917/mana.153.0314>
- Delannoy, E. (2021). *Permaéconomie*. Marseille. Éditions Wildproject. 192p.
- Dieguez, S. (2022). *Que signifie le néologisme « croiver » ?* Émission radiophonique « Affaire en cours ». France Culture. 20 décembre 2022. <https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/affaire-en-cours/que-signifie-le-neologisme-croiver-5138891>
- Dumat, C. (2019). Rôles de l'agriculture urbaine dans les transitions écologiques. *Techniques de l'ingénieur*. Réf GE1015V1

- Dupont, L., Kasmi, F., Pearce, J. M., & Ortt, R. (2021). *“Do-It-Together”*: Towards the Factories of the Future. In: José Ramos; Sharon Ede; Michel Bauwens; James Gien Wong. Cosmo-Local Reader, Futures Lab, pp.52-59, 2021, 978-0-9953546-3-0. hal-03506100
- Ensemble pour une transition urbaine low-tech (2022, juin 21). *Le Monde*. https://www.lemonde.fr/smart-cities/article/2022/06/21/ensemble-pour-une-transition-urbaine-low-tech_6131373_4811534.html
- Fenouil, R., Gioani, M., Lassègue, V. (2022). Le soldat low-tech. Le Coup d'Après. Armasuisse. 96 p. https://deftech.ch/wp-content/uploads/2022/09/SoldatLow-Tech_Deftech-LeCoupdAprès_Sept22_150dpi.pdf
- Feuvrier, M. (2014). Bonheur et travail, oxymore ou piste de management stratégique de l'entreprise ? *Management & Avenir*, 68, 164-182. <https://doi.org/10.3917/mav.068.0164>
- Filippi, M. (2013). Au-delà de l'autonomie, l'empowerment. *Le Sociographe*, HS6, 193-203. <https://doi.org/10.3917/graph.hs06.0193>
- Florentin, D., & Ruggeri, C. (2019). Ville (S)Low Tech et Quête d'une Modernité Écologique. *Urbanités* 12: 1-8
- Foata-Prestavoine, M. (2022). *Glocal Low-Tech*. Rapport de recherche-action. OseOns. 588p.
- Foray, D. (2018). *L'économie de la connaissance*. Paris. La Découverte. 128p. <https://doi.org/10.3917/dec.foray.2018.01>
- Fourmentaux, J.-P. (2017). Disnovation: Archéologie de quelques dispositifs médiactivistes low-tech. *Techniques et Culture* (Paris). 67, 280-285. <https://doi.org/10.4000/tc.8522>
- Freeman, L. (1995). Un modèle de la structure des interactions dans les groupes, In: Analyses de réseaux et structures relationnelles. In *Revue française de sociologie*. 36-4. pp. 743-757. DOI : 10.2307/3322454
- Fronza, Y. & Moriceau, J.-L. (2000). Johannes ou la volonté de comprendre. *Comptabilité Contrôle Audit*, 6(3), 31-42. <https://doi.org/10.3917/cca.063.0031>
- Gallo, P., Antolin-Lopez, R., & Montiel, I. (2018). Associative Sustainable Business Models: Cases in the bean-to-bar chocolate industry. *Journal of Cleaner Production*, 174, 905-916. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.021>
- Gaultier, A., Bernaud, W., Colon de Carvajal, R. (2023). *Analyse du besoin et low-tech*. Unité de cours dispensé à l'Université de Technologie de Compiègne. <https://scenariutc.utc.fr/web/et-lios/m-f/lowtech-besoins1.pdf>
- Genard, J.-L. (2013). De la capacité, de la compétence, de l'empowerment, repenser l'anthropologie de la participation. *Politique et Sociétés* (Montréal), 32(1), 43-62. <https://doi.org/10.7202/1018720ar>
- Gentina, E. & Delécluse, M.-È. (2018). *Génération Z. Des Z consommateurs aux Z collaborateurs*. Paris. Dunod.
- Gilbert, C. (2020). L'Archipel Low-Tech en France. *La Pensée écologique*, 5 <https://doi.org/10.3917/lpe.005.0009>
- Giordano, Y. (Dir.). (2003). *Conduire un projet de recherche : une perspective qualitative*. Éditions EMS. 318p.
- Goulet, F. & Vinck, D. (2012). L'innovation par retrait. Contribution à une sociologie du détachement. *Revue française de sociologie*, 53(2), 195-224. <https://doi.org/10.3917/rfs.532.0195>
- Goulet, F., & Vinck, D. (Dir.), (2022). *Faire sans, faire avec moins. Les nouveaux horizons de l'innovation*. Paris. Presses des Mines. 250p.
- Grandjean, M. (2015a). Introduction à la visualisation de données : l'analyse de réseau en histoire. *Geschichte und Informatik*, 18/19, 109-128.
- Grandjean, M. (2015b). [Data Visualization] *What does the global map of refugees (really) looks like*. Article de blog. <https://www.martingrandjean.ch/data-visualization-map-refugees/>

- Grandjean, M. (2018). *Les réseaux de la coopération intellectuelle. La Société des Nations comme actrice des échanges scientifiques et culturels dans l'entre-deux-guerres*. [Thèse de doctorat en Histoire]. Université de Lausanne.
- Gras, A. (2013). *Les imaginaires de l'innovation technique. Regard anthropologique sur le passé dans la perspective d'un avenir incertain*. Paris. Éditions Manucius. 48 p.
- Grimaud, E., Tastevin, Y. P., & Vidal, D. (2017). Low tech, high tech, wild tech. Réinventer la technologie ? *Techniques et Culture* (Paris), 67, 12–29. <https://doi.org/10.4000/tc.8464>
- Guimbretière, G. (2021). *Permaculture, Villes en transition et Low-tech : Vers une stratégie intégrée de Transition*. <https://hal.science/hal-03353673v2>
- Guimbretière, G., Hodencq, S., Balland, M. (2022). Une approche de la Low-tech dans l'Enseignement Supérieur et la Recherche. *La pensée écologique*, 2022. [ffhal-03585151v2](https://hal-03585151v2)
- Habhab-Rave, S. (2010). Le rôle des communautés de pratique dans le processus de gestion des connaissances dans les entreprises innovantes : une étude de cas par comparaison intersites. *La Revue des Sciences de Gestion*, 241, 43-54. <https://doi.org/10.3917/rsg.241.0043>
- Hache, E. (2022, décembre 16). *De l'état des lieux en termes de minerais au low-tech et à la sobriété*, IRIS, Analyses. <https://www.iris-france.org/172396-de-letat-des-lieux-en-termes-de-minerais-au-low-tech-et-a-la-sobriete/>
- Hansen, T. & Winther, L. (2015). Manufacturing in the knowledge economy: innovation in low-tech industries. In *The Handbook of Manufacturing Industries in the World Economy* (p. 439-). <https://doi.org/10.4337/9781781003930.00040>
- Harris Interactive (2022). *Les jeunes et la prise en compte des enjeux environnementaux dans le monde du travail*. Enquête pour *Pour un réveil écologique*. 28 mars 2022. https://harris-interactive.fr/opinion_polls/les-jeunes-et-la-prise-en-compte-des-enjeux-environnementaux-dans-le-monde-du-travail/
- Haudeville, B. & Le Bas, C. (2016). L'innovation frugale, paradigme technologique naissant ou nouveau modèle d'innovation ? *Innovations*, 51, 9-25. <https://doi.org/10.3917/inno.051.0009>
- Hauters, E. (2023). *Le tour de France des basses technologies s'arrête à Rouen le 25 mai 2023*. Interview. Radio Chrétienne Francophone. 22 mai 2023. <https://www.rcf.fr/actualite/invite-du-soir?episode=373899>
- Herrington, G. (2021). Update to limits to growth: Comparing the World3 model with empirical data. *Journal of Industrial Ecology*, 25(3), 614–626. <https://doi.org/10.1111/jiec.13084>
- Hertog, P., Gallouj, F., & Segers, J. (2011). Measuring innovation in a “low-tech” service industry: the case of the Dutch hospitality industry. *The Service Industries Journal*, 31(9), 1429–1449. <https://doi.org/10.1080/02642060903576084>
- Hirsch-Kreinsen, H. (2008a). “Low-Tech” Innovations. *Industry and Innovation*, 15(1), 19–43. <https://doi.org/10.1080/13662710701850691>
- Hirsch-Kreinsen, H. (2008b). “LOW-TECHNOLOGY”: A FORGOTTEN SECTOR IN INNOVATION POLICY. *Journal of Technology Management & Innovation*, 3(3), 11–20. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242008000100002>
- Hlady Rispal, M. (2015). Une stratégie de recherche en gestion : L'étude de cas. *Revue française de gestion*, 253, 251-266. <https://doi.org/10.3166/RFG.253.251-266>
- Hyysalo, S., Johnson, M., & Juntunen, J. K. (2017). The diffusion of consumer innovation in sustainable energy technologies. *Journal of Cleaner Production*, 162, S70-S82. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.045>
- IPSOS (2021). Baromètre « *Talents : ce qu'ils attendent de leur emploi* ». Mars 2021. <https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2021-05/RAPPORT%20IPSOS%20-%20BCG%20CGE%20-%20aspirations%20professionnelles%20des%20jeunes%20talents.pdf>
- Joyce, A., Paquin, R. (2016). The Triple Layered Business Model Canvas : A Tool to Design More Sustainable Business Models. *Journal of Cleaner Production*, 135: 1474-1486.

- Kalika, M., Mouricou, P., & Garreau, L. (2021). *Le mémoire de master*. Paris. Dunod. 208p.
- Karoui Zouaoui, S. & Hchich Hedhli, R. (2014). Communautés de savoir et innovation : le rôle de l'apprentissage. Une analyse sous l'éclairage d'une théorie basée sur les connaissances. *Management & Avenir*, 67, 155-176. <https://doi.org/10.3917/mav.067.0155>
- Kaufman, J.-C. (2016). *L'entretien compréhensif*. Paris. Armand Colin. 128p.
- Keller, A., & Bournigal, E. (2022). *Low-tech : Assurer durablement l'essentiel pour tous*. Infographie. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Low-tech-infographic.jpg>
- Kerschner, C. & Ehlers, M.-H. (2016). A framework of attitudes towards technology in theory and practice. *Ecological Economics*, 126, 139-151. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.02.010>
- Koenig, G., (2006). *Conduite et présentation d'un projet de recherche*, Papier de recherche, IRG, Université Paris XII.
- Kohtala, & Hyysalo, S. (2015). Anticipated environmental sustainability of personal fabrication. *Journal of Cleaner Production*, 99, 333-344. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.093>
- Kohtala, C., Hyysalo, S., & Whalen, J. (2020). A taxonomy of users' active design engagement in the 21st century. *Design Studies*, 67, 27-54. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2019.11.008>
- La Fabrique Écologique. 2019, Avril 14. *Vers des technologies sobres et résilientes - Pourquoi et comment développer l'innovation « low-tech » ?* Note définitive 31. <https://www.lafabriqueecologique.fr/vers-des-technologies-sobres-et-resilientes-pourquoi-etcomment-developper-linnovation-low-tech/>
- Lacombe, É. & Monfort, B. (2021). Management 2.1 ou XXI : TIC-TAC management ou bio-management ?. *Management des technologies organisationnelles*, 12, 169-190. <https://doi.org/10.3917/mto.012.0169>
- Laidet, S. (2022). Sobriété énergétique. Des jobs sous haute tension. *Management*. 306, décembre 2022-janvier 2023. pp. 26-29.
- Lazega, E. (1995) Présentation, dans *Revue française de sociologie*. 36-4. Analyses de réseaux et structures Relationnelles, pp. 593-597. https://www.persee.fr/doc/rfsoc_0035-2969_1995_num_36_4_4420
- Leclair, L. (2020). *Pandémies, une production industrielle*. Paris. Seuil. 144p.
- Lecompte, F. & Grangier, S. (2021). « Je crois au développement de l'agriculture raisonnée ». Interview de Benoît Rabilloud. *Management*. 296, juillet-août 2021. pp. 14-17.
- Lefebvre, O. (2022). Ne laissons pas le marché s'emparer des low-tech. *Reporterre*. 30 juin 2022. <https://reporterre.net/Ne-laissons-pas-le-marche-s-emparer-des-low-tech>
- Léger, F. (2019). Permaculture, introduction critique à un art du design bio-inspiré. *Techniques de l'ingénieur*. Réf GE1035V1
- Lejeune, C. (2019). *Manuel d'analyse qualitative : Analyser sans compter ni classer*. Paris, De Boeck Supérieur. 160p.
- Lemieux, V., Ouimet, M. (2004). *L'analyse structurale des réseaux sociaux*. Louvain-la-Neuve, De Boeck Supérieur.
- Leridon, M. (2019). Partager pour mieux régner. *Socialter*. HS6, mai-juin 2019. pp. 84-85.
- Leszczynska, D. & Lesca, H. (2007). Les apports récents de gestion concernant la capacité d'une communauté de pratique à créer des connaissances utiles pour le processus d'innovation : l'approche « située » de la communauté créative. Article proposé à la Revue *Gestion 2000*.
- Locuratolo, V., & Guimbretière, G. (2021). *La fresque des low-tech par VITO*. <https://hal.univ-reunion.fr/LACY/hal-03451043v1>
- Lowenhaupt Tsing, A. (2021). Vers une théorie de la non-scalabilité. *Multitudes*, 82, 65-71. <https://doi.org/10.3917/mult.082.0065>
- Low-tech Lab (2022). *Les enquêtes du Low-tech Lab*. <https://lowtechlab.org/fr/le-low-tech-lab/les-actions/les-enquetes-du-low-tech-lab>

- Maillefert, M. & Robert, I. (2017). Nouveaux modèles économiques et création de valeur territoriale autour de l'économie circulaire, de l'économie de la fonctionnalité et de l'écologie industrielle. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, 2017(5), 905-934. <https://doi.org/10.3917/reru.175.0905>
- Maillefert, M. & Robert, I. (2020). Nouveaux modèles économiques et construction de la durabilité territoriale. Illustrations à partir d'une analyse de l'action collective. *Natures Sciences Sociétés*, 28, 131-144. <https://doi.org/10.1051/nss/2020031>
- Maninggar, N., Hudalah, D., Sutriadi, R., & Firman, T. (2018). Low-tech industry, regional innovation system and inter-actor collaboration in Indonesia: The case of the Pekalongan batik industry. *Asia Pacific Viewpoint*, 59(3), 249–264. <https://doi.org/10.1111/apv.12193>
- Manus, J.-M. (2022). La fabrique des pandémies. Préserver la biodiversité, un impératif pour la santé planétaire. *Revue francophone des laboratoires*, 2022(542), 18–18. [https://doi.org/10.1016/S1773-035X\(22\)00164-2](https://doi.org/10.1016/S1773-035X(22)00164-2)
- Marozzo, V., Abbate, T., Cesaroni, F., Crupi, A., & Di Minin, A. (2023). Orchestrating an Open Innovation Ecosystem in low-tech industries: the case of Barilla's Blu1877. *Technology Analysis & Strategic Management*, 35(10), 1-16. <https://doi.org/10.1080/09537325.2023.2222182>
- Martin, A., & Colin, C. (2021). *Ergonomie et low-tech : Représentations et attitudes vis-à-vis de la démarche low-tech, intention d'utilisation et problèmes perçus pour 10 low-techs*. Low-techLab. Rapport de recherche. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03206053>
- Martin, A., Gaultier, A., & Colin, C. (2022). *Cartographie du concept low-tech : guider la conception vers des techniques soutenables*. 56^e Congrès de la SELF, Vulnérabilités et risques émergents : penser et agir ensemble pour transformer durablement, Jul 2022, Genève, Suisse. pp.144-150. hal-03598525
- Martinus, K. (2022). Informal groups, disruptive innovations, and industry change in low-tech peripheries. *Geographical Research*, 60(2), 256-268. <https://doi.org/10.1111/1745-5871.12515>
- Mateus, Q., & Roussilhe, G. (2023). *Perspectives low-tech. Comment vivre, faire et s'organiser autrement ?* Paris, Divergences. 158p.
- Mathiak, C., Pillot, B., Révillion, C., Authier, R., Guimbretière, G. (2022). *Où doit-on cuire le pain ? Planification SIG de l'introduction de boulangeries solaires thermiques à la Réunion*. Communication aux Rencontres Géomatiques de la Réunion & de l'Océan indien (27 septembre 2022). Saint-Denis, France. <https://hal.science/hal-03792670>
- Maurel, L. (2020). *Low Tech, logiciels libres et Open Source : quelles synergies à développer ?*. In: Low tech : face au tout-numérique, se réapproprié les technologies. Passerelle. 21, 164-170. Éditions Ritimo.
- McMahon, C. (2022, février18). Low-technology: why sustainability doesn't have to depend on high-tech solutions. *The Conversation*. <https://theconversation.com/low-technology-why-sustainability-doesnt-have-to-depend-on-high-tech-solutions-176611>
- Meadows, D., Meadows, D., Randers, J. (2022). *Limites à la croissance (dans un monde fini). Le Rapport Meadows, 30 ans après*. Éditions Rue de l'échiquier. 486p.
- Meingan, D. (2017). Les groupes : un des dispositifs clés de l'innovation. *Techniques de l'ingénieur*. Réf AG272V1
- Mercklé, P. (2011). *La sociologie des réseaux sociaux*. Paris, La Découverte. <https://doi.org/10.3917/dec.merck.2011.01>
- Mérindol, V., & Versailles, D. (2023). *Nicolai J. Foss. Renouveler l'étude du management de l'innovation grâce à une approche par les micro-fondations*. In: Les grands auteurs en management de l'innovation et de la créativité. 1: 221-238. Caen. Éditions EMS.
- Meyer, M. (2022a). Expérimenter et rendre désirables les low tech. Une pragmatique de la documentation. *Réseaux* (Centre national d'études des télécommunications), 5(235), 219-249.
- Meyer, M. (2022b). Comment les « low tech » se font une place en France. *The Conversation*. 4 septembre 2022. <https://theconversation.com/comment-les-low-tech-se-font-une-place-en-france-186963>

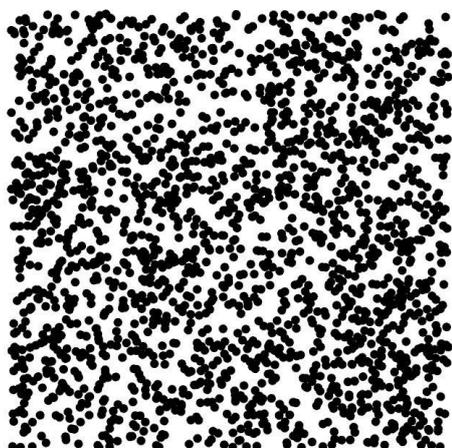
- Meyer, M. (2023). *Fabriquer, expérimenter et documenter les low tech. Le cas de l'Atelier Paysan*. Workshops Cycle Innovations for Resilience : 5. Grenoble RISK Institute & INNOVACS. 20 mars 2023.
- Mikhailov, A., & Puffal, D. P. (2023). University-industry Collaboration and Innovation in Low-tech Industries: the Case of Brazil. *Triple Helix* (Heidelberg), 1–30. <https://doi.org/10.1163/21971927-bja10042>
- Miller, M., & Nasi, M. (2022). À Polytechnique et à Sciences Po, vent de contestation lors des remises de diplômes face à l'urgence climatique et sociale. *Le Monde Campus*, 26 juin 2022.
- Moran, D., Wood, R., Hertwich, E., Mattson, K., Rodriguez, J. F. D., Schanes, K., & Barrett, J. (2020). Quantifying the potential for consumer-oriented policy to reduce European and foreign carbon emissions. *Climate Policy*, 20(S1), S28-S38. <https://doi.org/10.1080/14693062.2018.1551186>
- Moreno, J. L. (1934). *Who shall survive ? A new approach to the problem of human interrelations*. Washington, Nervous and Mental Disease Publishing Co. <https://doi.org/10.1037/10648-000>
- Morgand, E., Frenoux, E., Coupechoux, M (2021). *Le low-tech et les réseaux : une rencontre impossible ?*. Rapport de stage. Telecom Paris, Université Paris Saclay. (hal-03697720)
- Musso, P. (2013). Présentation. In: *Les imaginaires de l'innovation technique. Regard anthropologique sur le passé dans la perspective d'un avenir incertain*. Paris. Éditions Manucius.
- NF ISO 56000:2021 (2021). *Management de l'innovation. Principes essentiels et vocabulaire*. AFNOR Éditions.
- Nova, N. (2017). Démonter, extraire, combiner, remonter. *Techniques et culture* (Paris), 67(1), 116–133. <https://doi.org/10.4000/tc.8478>
- Nova, N. (2019). La wild-tech, cette version sociale et environnementale de la high-tech. 17 juin 2019. Tribune. *Rue89Lyon*. <https://www.rue89lyon.fr/2019/06/17/wild-tech-la-version-sociale-du-high-tech-et-de-la-low-tech/>
- OCDE (2011). Classification of Manufacturing Industries into Categories based on R&D Intensities. 3e révision, 7 juillet 2011. <https://www.oecd.org/sti/ind/48350231.pdf>
- Pearce, J. (2017). Emerging Business Models for Open Source Hardware. *Journal of Open Hardware*, 1(1). <https://doi.org/10.5334/joh.4>
- Peçanha, S. et Wallace, T. (2015, juin 20). The Flight of Refugees Around the Globe. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/interactive/2015/06/21/world/map-flow-desperate-migration-refugee-crisis.html? r=0>
- Pénin, J. & Guichardaz, R. (2023). *Joseph Aloïs Schumpeter. Père de l'économie et de la gestion de l'innovation ?* In: Les grands auteurs en management de l'innovation et de la créativité. 1: 16-35. Caen. Éditions EMS.
- Perret, B. (2017). Review of La permaéconomie, by E. Delannoy. *Esprit*, 432, 181–181. <http://www.jstor.org/stable/44135950>
- Perrin, C. (2022). Frédéric Goulet, Dominique Vinck (dir.), Faire sans, faire avec moins. Les nouveaux horizons de l'innovation. *Lectures* (Lyon, France). <https://doi.org/10.4000/lectures.54988>
- Petrou, A. & Daskalopoulou, I. (2009). Innovation and Small Firms' Growth Prospects: Relational Proximity and Knowledge Dynamics in a Low-tech Industry. *European Planning Studies*, 17(11), 1591-1604. <https://doi.org/10.1080/09654310903226523>
- Point, S. (2018). Chapitre 15. L'analyse des données qualitatives : voyage au centre du codage. Dans : Françoise Chevalier éd., *Les méthodes de recherche du DBA* (pp. 262-282). Caen. EMS Éditions. <https://doi.org/10.3917/ems.cheva.2018.01.0262>
- Raworth, K. (2017). A Doughnut for the Anthropocene: humanity's compass in the 21st century. *The Lancet. Planetary Health*, 1(2), e48–e49. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30028-1](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30028-1)

- Robert, B. (2023). La démarche low-tech s'imisce dans les entreprises, *Le Journal des Entreprises*, 13 juin 2023. <https://www.lejournaldesentreprises.com/loire-atlantique-vendee/article/la-demarche-low-tech-simmisce-dans-les-entreprises-2060623>
- Robin, M.-M., & Morand, S. (2021). *La fabrique des pandémies. Préserver la biodiversité, un impératif pour la santé planétaire*. Paris. La Découverte. 319p.
- Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F. S. Chapin, III, E. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. De Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P. K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R. W. Corell, V. J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen, and J. Foley. (2009). Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society*. 14(2): 32. <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>
- Rosca, E., Arnold, M., Bendul, J. C. (2017). Business models for sustainable innovation – an empirical analysis of frugal products and services. *Journal of Cleaner Production*, 162, S133-S145. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.050>
- Roussilhe, G. (2020). Une Erreur de « Tech ». Article de blog. <https://gauthierroussilhe.com/articles/une-erreur-de-tech>
- Rubin, A. & Denton, B. (2022). Cloud Wars: Mideast Rivalries Rise Along a New Front. *The New York Times*. 28 août 2022.
- Ruffini-Ronzani, N. et De Valeriola, S. (2018). *Initiation à l'analyse de réseaux*, dans *Humanités numériques : de nouveaux outils pour le médiéviste*, cours, Université catholique de Louvain.
- Sattin, J.-F. (2021). Marc Giget, Président du Club de Paris des Directeurs de l'innovation. *Revue interdisciplinaire management, homme & entreprise*, 45-10(4), 81-89. <https://doi.org/10.3917/rimhe.045.0081>
- Séminaire 3S, 5^e édition - Soutenabilité des Systèmes Socio-techniques (2023). *Les Communs : une alternative pertinente pour aider à effectuer nos transitions vers des sociétés humaines viables ?* Université de Technologie de Troyes. 27 & 28 mars 2023.
- Sempels, C. (2022). Construire un nouvel imaginaire entrepreneurial. *Alters Media*. 5. Janvier 2022. Pp. 2-4.
- Sempels, C., & Thuillier, B. (2022). *Qu'est-ce qu'une entreprise régénérative ?* Lumia. Article de blog (16 juin 2022) https://source.lumia-edu.fr/uploads/2022_Qu_est_ce_qu_une_entreprise_regenerative_5e91abd2db.pdf
- Shulz, S. (2023). Compte rendu d'ouvrage : Francesco Brancaccio, Alfonso Giuliani, Carlo Vercellone, Le commun comme mode de production, Paris, Éditions de l'éclat, coll. « premier secours », 2021, 360p. *Revue française de socio-économie*, 30(1), 285–296. <https://doi.org/10.3917/rfse.030.0285>
- Sirois-Cournoyer, A. (2018). *La nature du low-tech : un travail conceptuel et exploratoire*. Mémoire de maîtrise. HEC Montréal. Abraham, Y.-M. (Dir.).
- Talandier, M. (2020). Les activités productives locales, un enjeu d'intermédiation et de résilience : des KIBS (Knowledge Intensive Business Services) aux LIBS (Local Intensive Business Services). *Géographie, Économie, Société*, 22(3-4), 305–327. <https://doi.org/10.3166/ges.20.2020.0014>
- Tanguy, A., Carrière, L., Laforest, V. (2023). Low-tech approaches for sustainability : key principles from the literature and practice. *Sustainability : Science, Practice, & Policy*, 19(1). <https://doi.org/10.1080/15487733.2023.2170143>
- Täuscher, K., & Abdelkafi, N. (2017). Visual tools for business model innovation: Recommendations from a cognitive perspective. *Creativity and Innovation Management*, 26(2), 160–174. <https://doi.org/10.1111/caim.12208>
- The Shift Project (2022). *Climat, crises : le plan de transformation de l'économie française*. Paris. Odile Jacob. 262p.
- Thomas, C. (2015). *La codification des connaissances organisationnelles*. Communication dans le cadre du Projet BourbaKeM. <https://www.agecso.com/wp/bourbakem/codifkorg/>

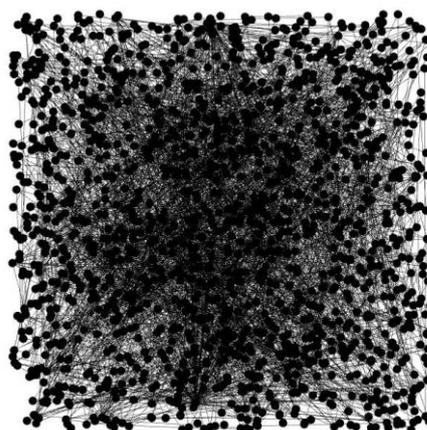
- Tyl, B., Pialot, O., Vallet, F., Millet, D. (2017). Éco-innover à l'aide de méso mécanismes de stimulation d'éco-idéation (MSE). *Techniques de l'ingénieur*. Réf AG6785V1
- Vadcar, C. (2023, juin). *La sobriété au cœur des modèles d'affaires de demain*. Étude. CCI Paris Île-de-France. <https://www.cci-paris-idf.fr/sites/default/files/2023-06/Etude%20-%20la%20sobri%C3%A9t%C3%A9%20au%20c%C3%A9ur%20des%20mod%C3%A8les%20d'affaires%20de%20demain.pdf>
- Veltz, P. (2022). *Bifurcations. Réinventer la société industrielle par l'écologie ?* Éditions de l'Aube. 238p.
- Vespignani, A. (2010). The fragility of interdependency: a study of failures in interconnected networks highlights the vulnerability of tightly coupled infrastructures and shows the need to consider mutually dependent network properties in designing resilient systems.(COMPLEX NETWORKS). *Nature* (London), 464(7291), 984-985.
- Vetter. (2018). The Matrix of Convivial Technology - Assessing technologies for degrowth. *Journal of Cleaner Production*, 197, 1778-1786. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.195>
- Vettraino, J. (2019). Compte-rendu de lecture : Dorothée Browaeys, L'URGENCE DU VIVANT. Vers une nouvelle économie. Éditions François Bourin, 2018, 272 p. *Revue Projet*, 369, p.95. <https://doi.org/10.3917/pro.369.0096>
- Wood, R., Moran, D., Stadler, K., Ivanova, D., Steen-Olsen, K., Tisserant, A., & Hertwich, E. G. (2018). Prioritizing Consumption-Based Carbon Policy Based on the Evaluation of Mitigation Potential Using Input-Output Methods. *Journal of Industrial Ecology*, 22(3), 540-552. <https://doi.org/10.1111/jiec.12702>
- Yacoub, Storey, C., & Haefliger, S. (2020). Appropriability mechanisms for manufacturing and service firms: the contingencies of openness and knowledge intensity. *R & D Management*, 50(5), 551-572. <https://doi.org/10.1111/radm.12411>
- Zhang, F., Rio, M., Allais, R., Zwolinski, P., Carrillo, T. R., Roucoules, L., Mercier-Laurent, E., & Buclet, N. (2013). Toward an systemic navigation framework to integrate sustainable development into the company. *Journal of Cleaner Production*, 54, 199-214. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.054>

Annexe : Visualisations

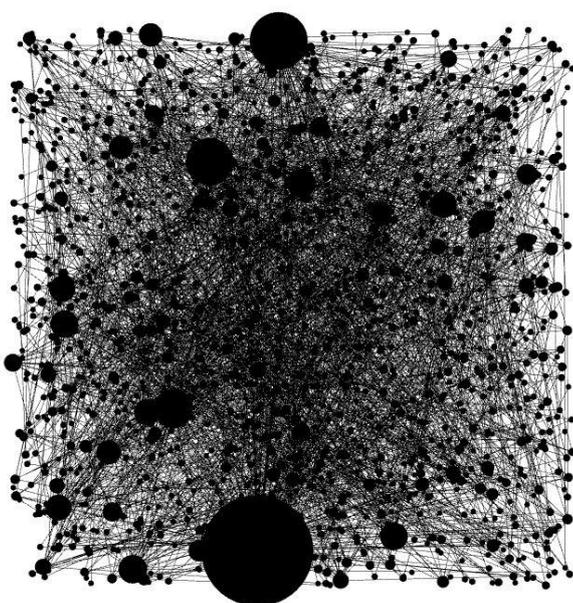
La présente annexe propose quelques visuels produits à partir du logiciel GEPHI.



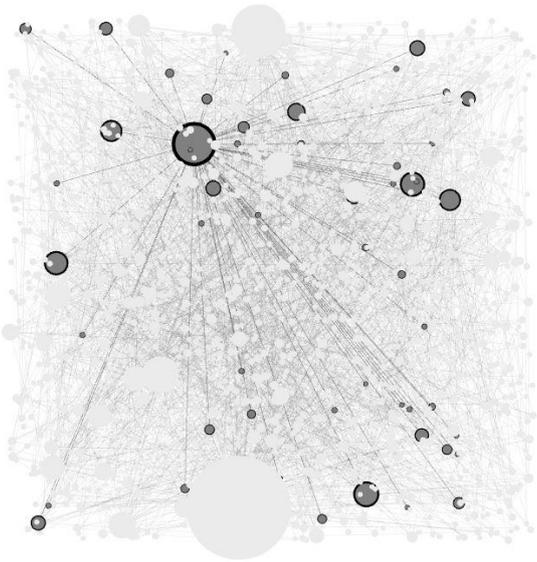
Visuel 1. Représentation aléatoire des 2069 nœuds lors de l'import de la BDD.



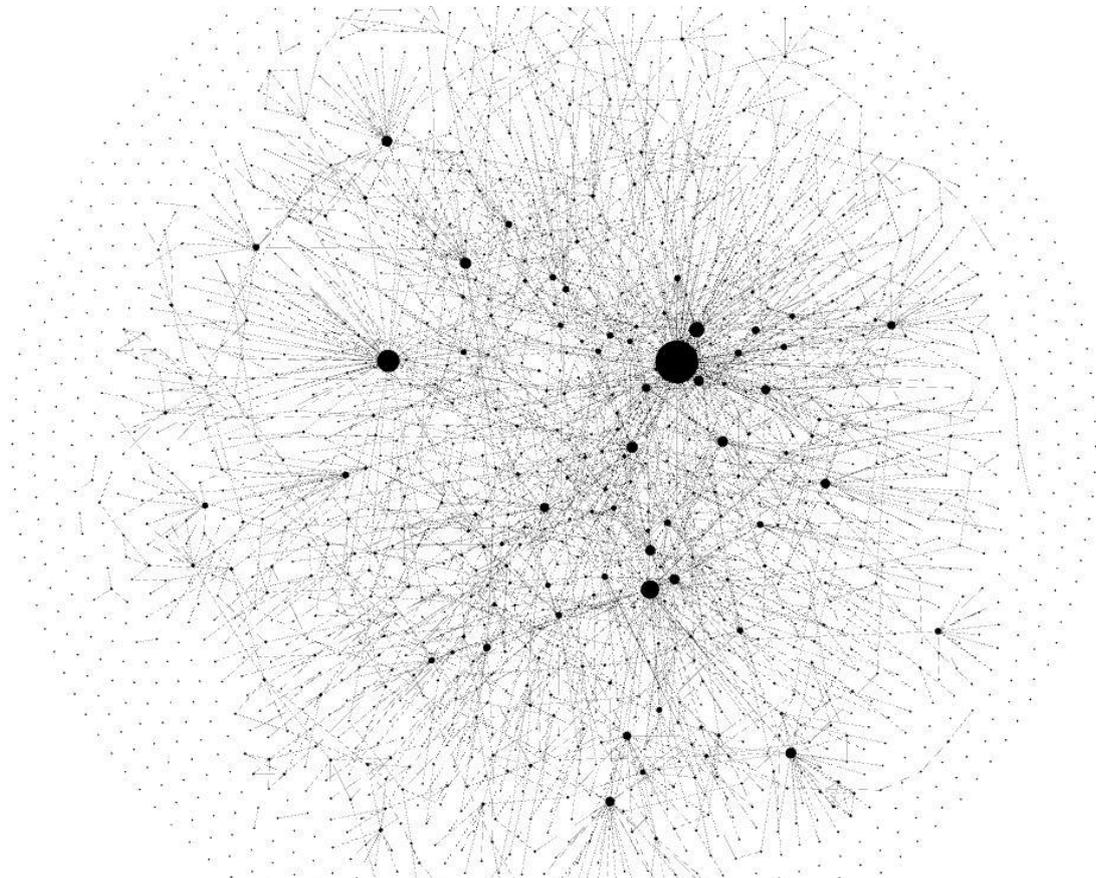
Visuel 2. Ajout des liens lors de l'import de la BDD, après élimination des doublons.



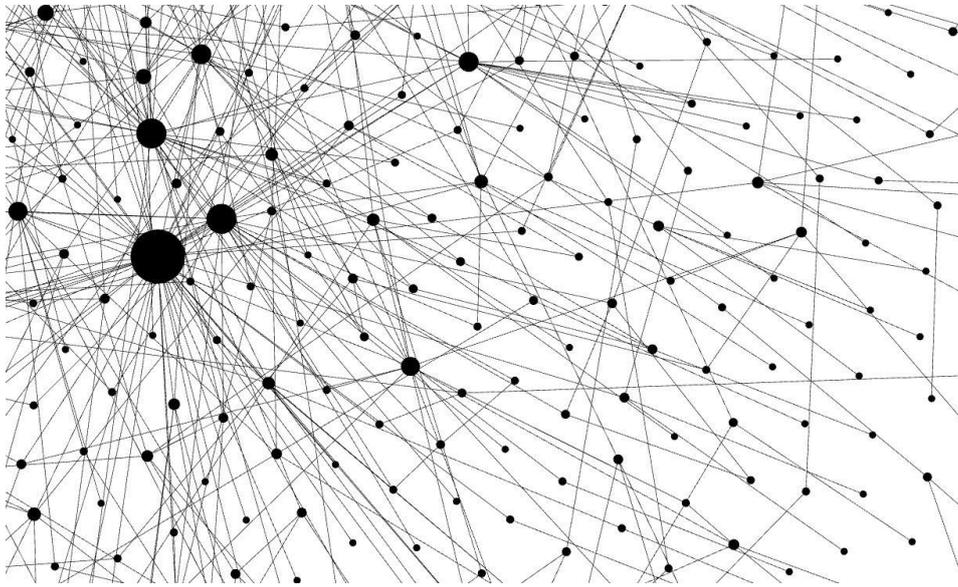
Visuel 3. Attribution d'une taille à chaque nœud en fonction de son nombre de connexions. On distingue déjà des clusters au sein de la communauté.



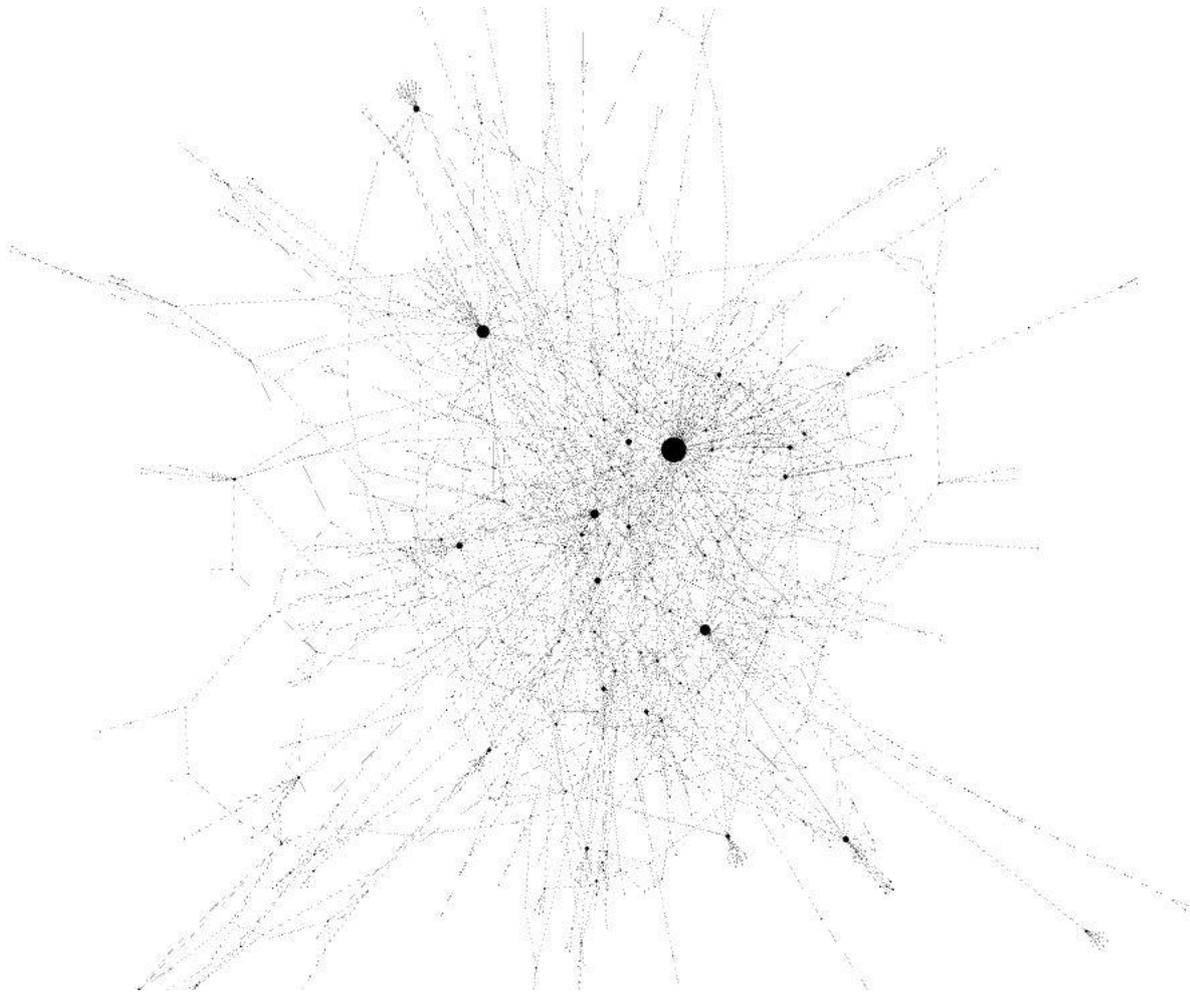
Visuel 4. Exemple de mise en valeur d'une sous-communauté (cluster).



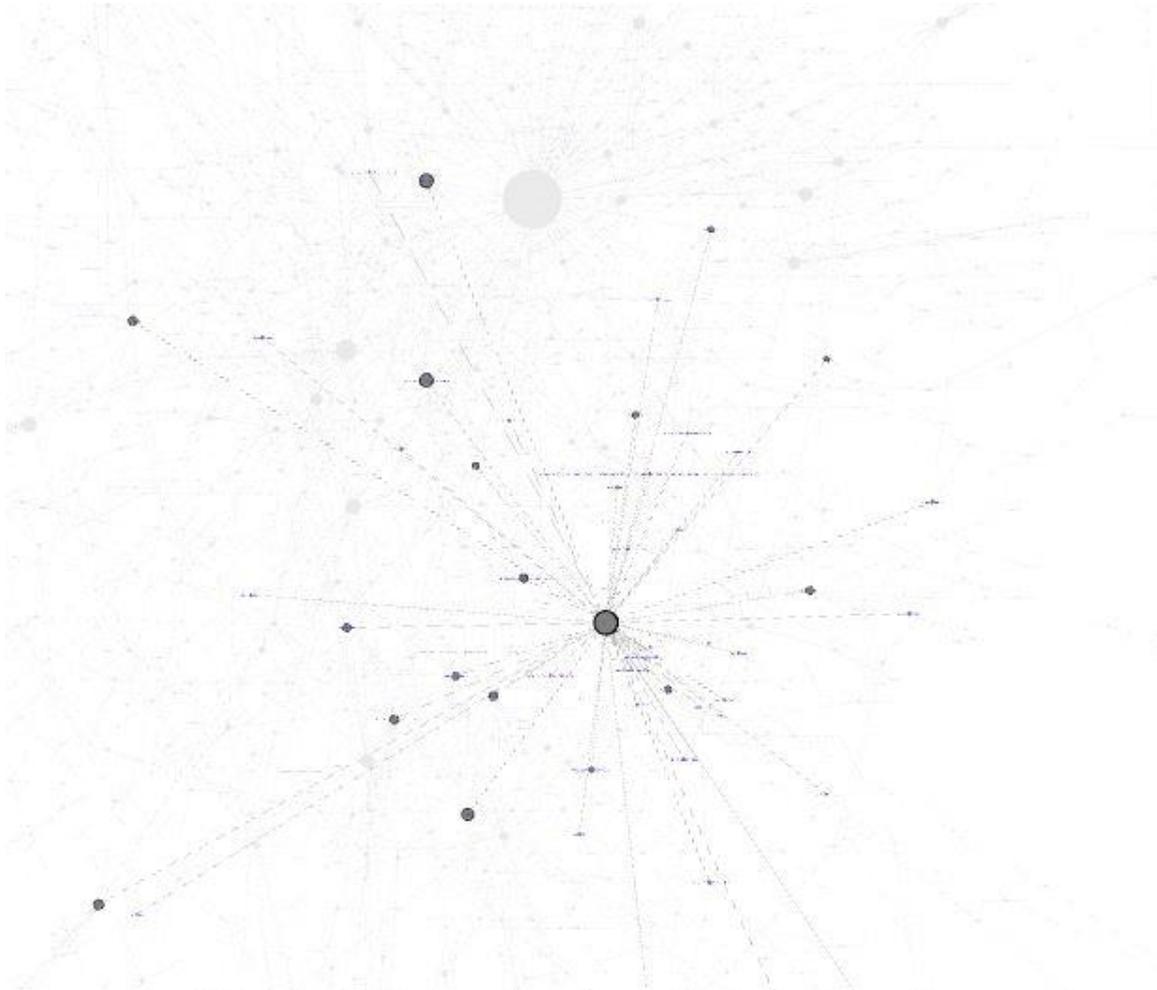
Visuel 5. Rendu après l'application de l'algorithme de Fruchterman Reingold, destiné à démêler grossièrement les nœuds : les nœuds les plus connectés se trouvent au centre, les nœuds les moins connectés sont envoyés à la périphérie.



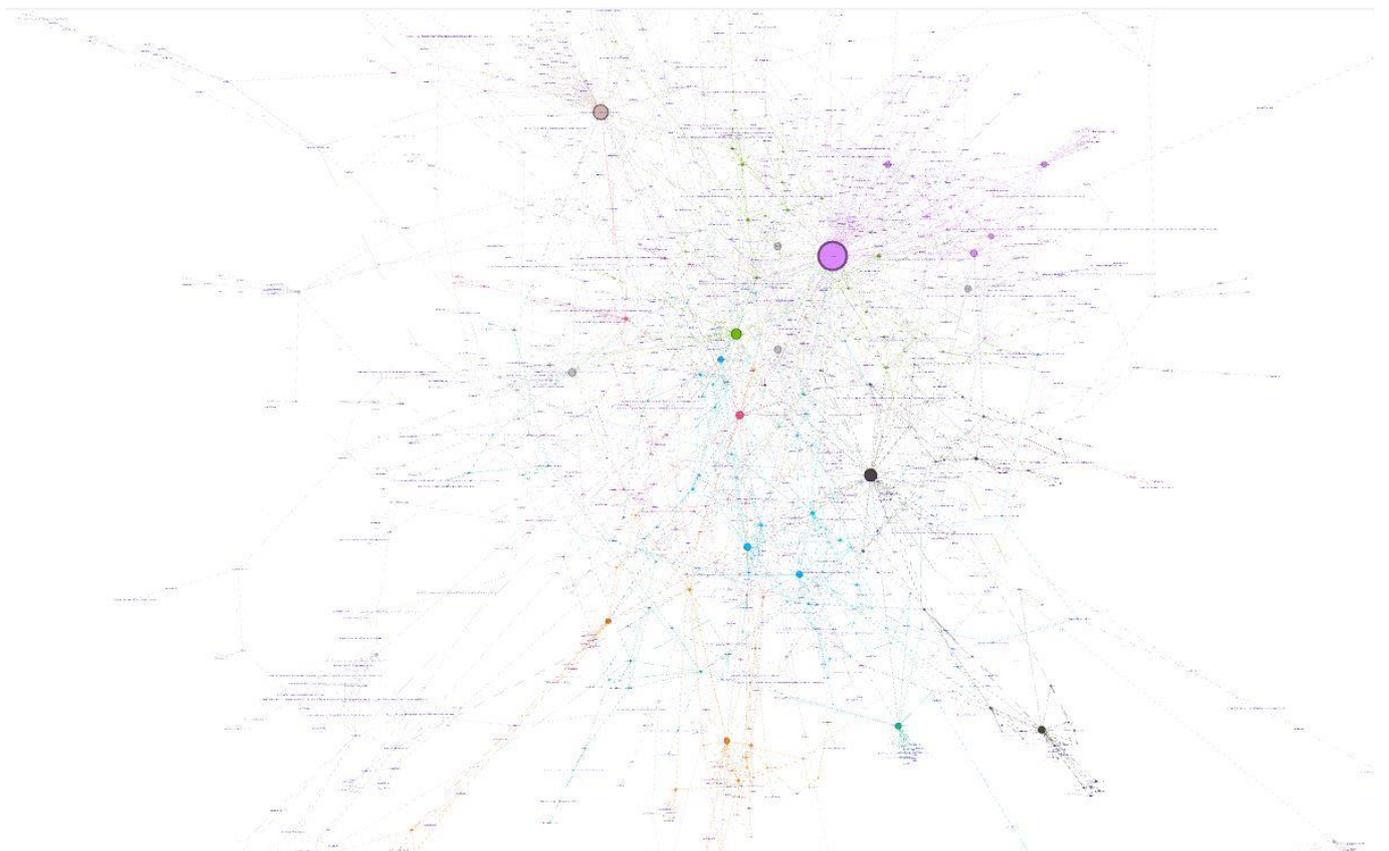
Visuel 6. Zoom.



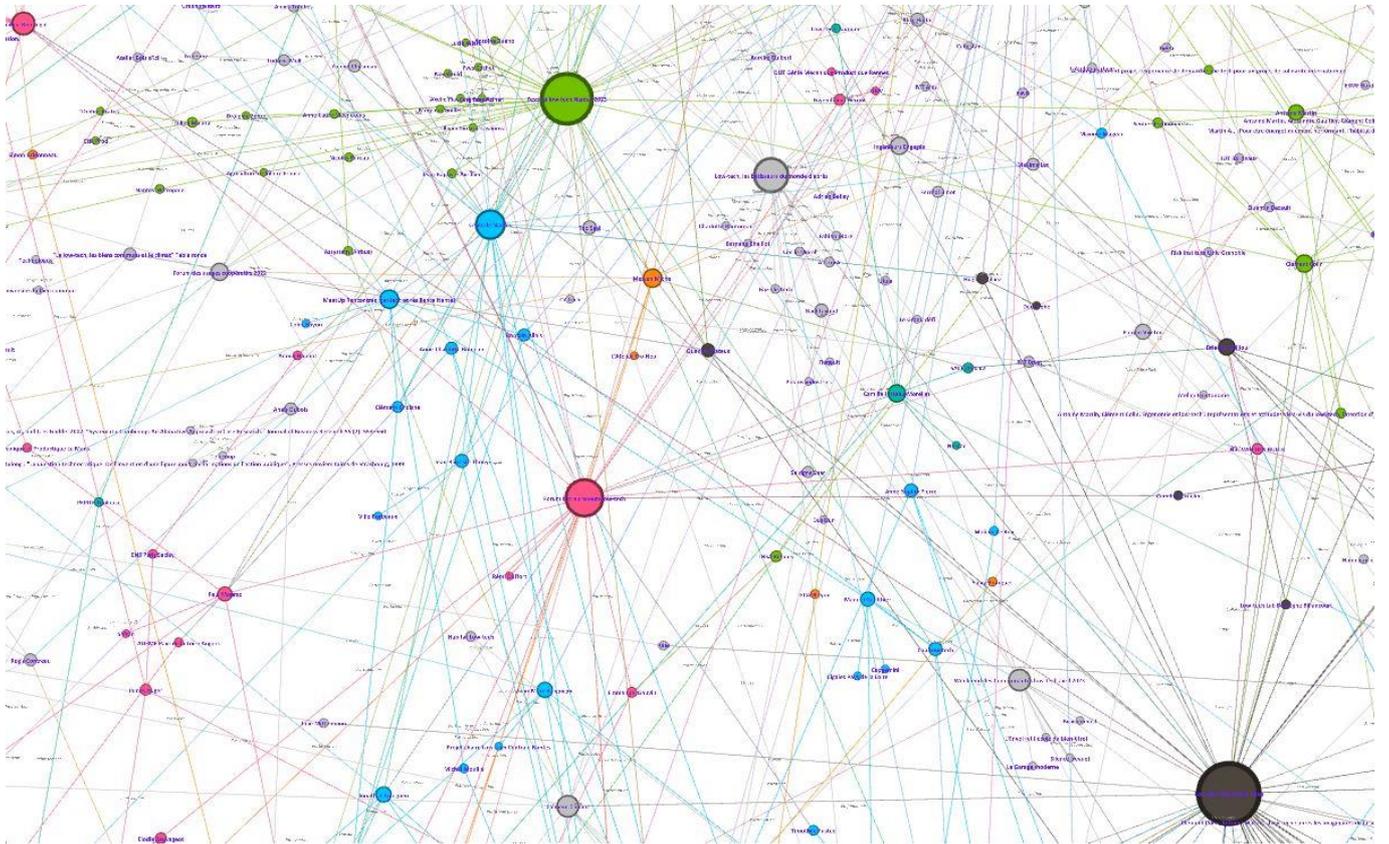
Visuel 7. Rendu après l'application de l'algorithme Force Atlas 2, destiné à disperser logiquement les groupes par attraction-répulsion.



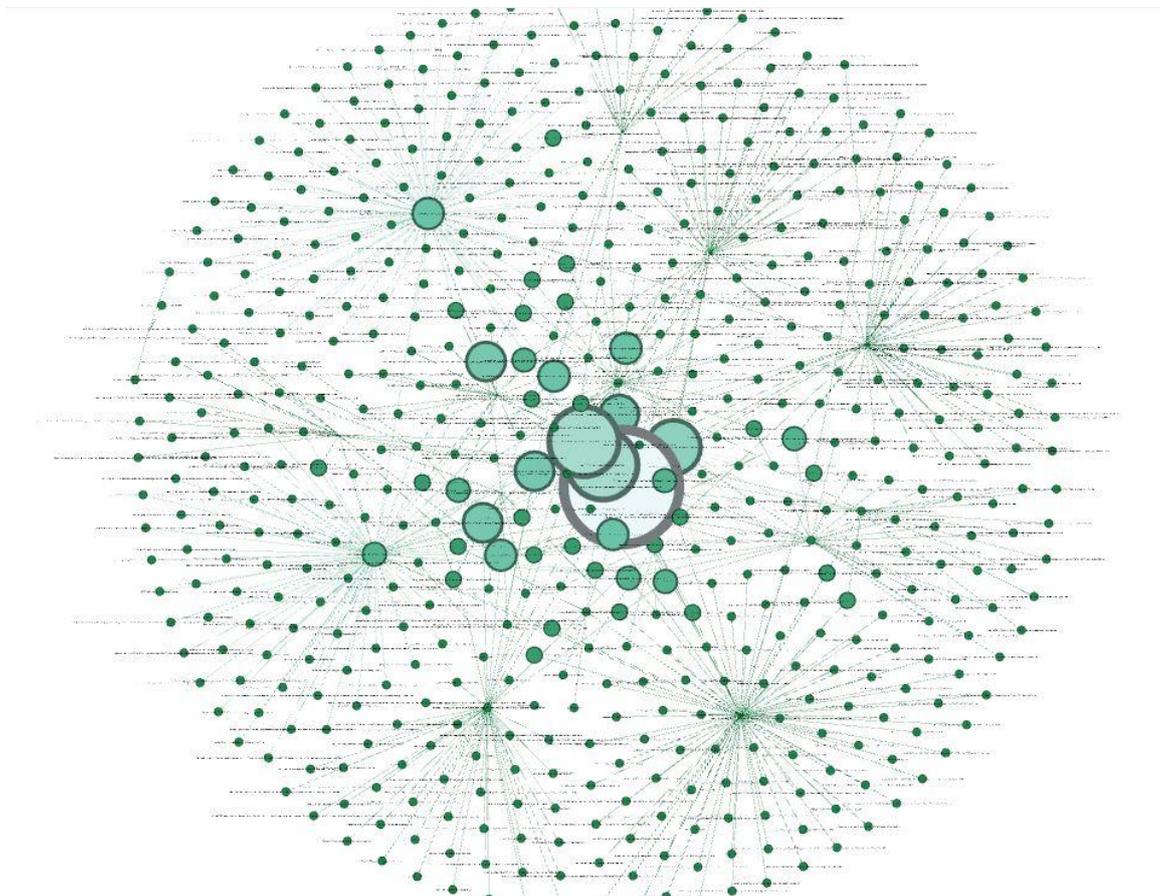
Visuel 8. Zoom et mise en valeur du LTL.



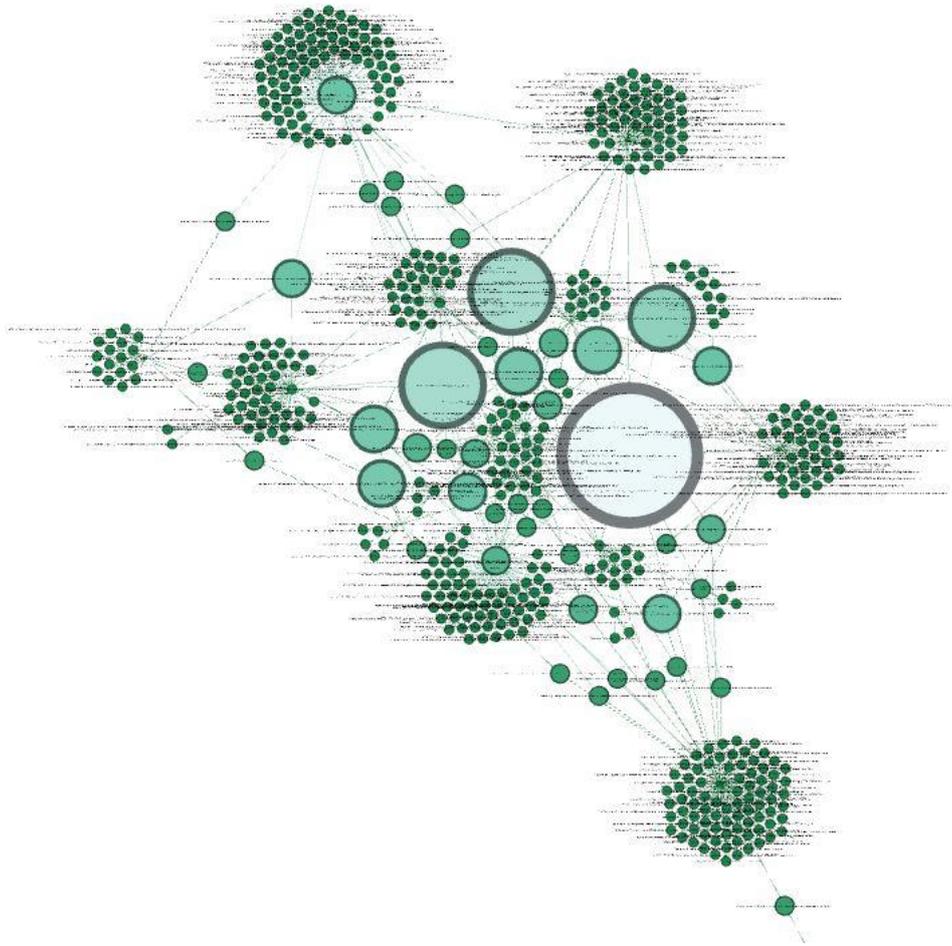
Visuel 9. Mise en valeur de communautés par la colorisation.



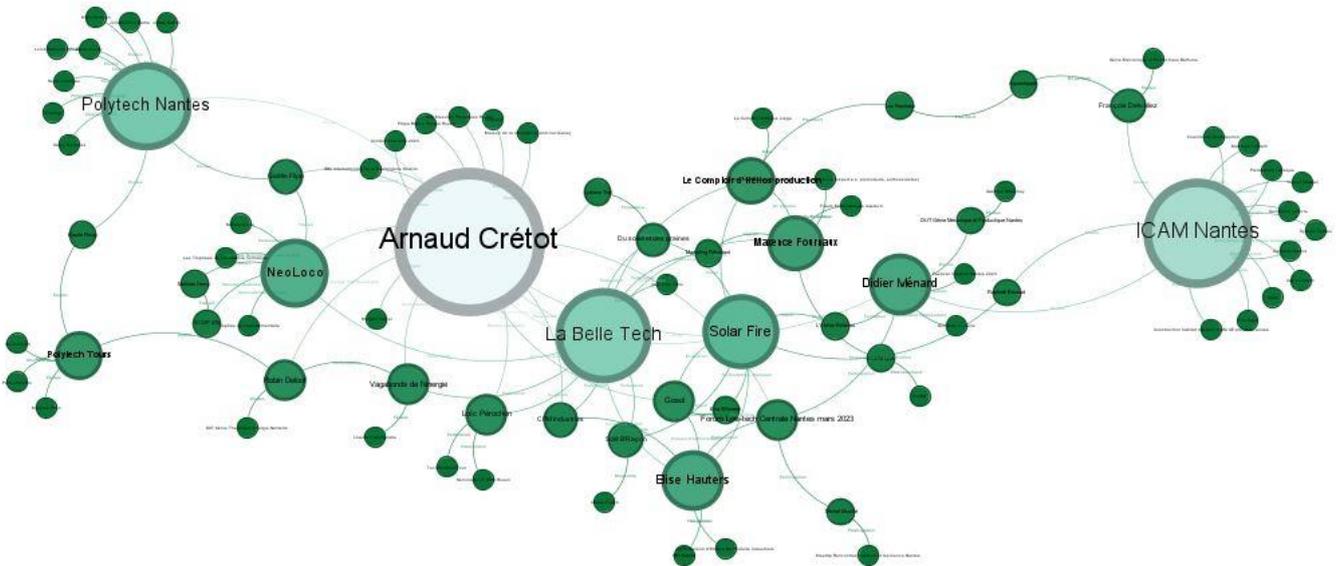
Visuel 10. Zoom.



Visuel 11. Citations dans la littérature (algorithme de Fruchterman Reingold).



Visuel 12. Citations dans la littérature (algorithme Force Atlas 2).



Visuel 13. Écosystème NeoLoco (degré de centralité, i.e. nombre de connexions)

Table des matières

Résumé	2
Abstract	2
Sommaire.....	3
Introduction.....	4
Un contexte de crise	4
Le mouvement low-tech.....	4
Question de recherche et problématique	5
I. Cadre conceptuel.....	8
I.1. Cartographie	8
I.1.1. Base de données et visualisation.....	8
I.1.2. La théorie des graphes.....	8
I.1.3. L'éclairage sociologique pour l'analyse de réseaux.....	9
I.2. Low-tech et démarche low-tech.....	11
I.2.1. Étude de cas. « Apprenez à faire vous-mêmes ce que je vends » : la surprenante proposition de valeur de l'entreprise Low-tech.....	11
I.2.1.1. Low-tech ?.....	11
I.2.1.2. L'empowerment et l'encapacitation	11
I.2.1.3. L'économie de la connaissance et les communs	12
I.2.1.4. Les business models de transition	12
I.2.2. Types d'économie et entrepreneuriat low-tech.....	13
I.2.2.1. « Low-tech » et « basse » ou « faible technologie »	13
I.2.2.2. Autour d'un modèle d'affaires low-tech.....	14
II. Méthodologie	16
II.1. Méthodologie globale.....	16
II.2. Cartographie	17
II.2.1. La construction de la base de données	17
II.2.2. La collecte des données.....	19
II.2.3. La visualisation.....	19
II.3. Étude de cas. « Apprenez à faire vous-mêmes ce que je vends » : la surprenante proposition de valeur de l'entreprise low-tech	20
II.3.1. Contexte	20
II.3.2. Choix des entreprises	20
II.3.3. Étude des BM.....	22
III. Résultats	23
III.1. Cartographie	23
III.2. Quelques implications de la démarche low-tech sur l'innovation et l'entrepreneuriat	24
III.2.1. La question de la communauté	24

III.2.2. Une définition de la low-tech ?	24
III.2.3. Étude de cas. « Apprenez à faire vous-mêmes ce que je vends » : la surprenante proposition de valeur de l'entreprise Low-tech.....	26
III.2.3.1. Communication et canaux relationnels réinventés.....	27
III.2.3.2. Les impacts positifs.....	27
III.2.3.3. Une encapacitation à des degrés variés	28
III.2.3.3.1. La documentation technique en open source (tutoriel librement accessible)	28
III.2.3.3.2. Les formations	29
III.2.3.4. Manières de générer des revenus	30
III.2.3.5. Apports théoriques et managériaux.....	31
III.2.3.5.1. Concepts d'appropriation mineure et appropriation majeure.....	31
III.2.3.5.2. Open source, Libre et licences : l'OSHW.....	32
III.2.3.5.3. L'accompagnement par les services : un modèle DIY/T with me ?	32
III.2.4. Quelques approfondissements.....	33
III.2.4.1. Innovation low-tech ?.....	33
III.2.4.2. L'encapacitation.....	35
III.2.4.3. Open source et innovation ouverte.....	35
III.2.4.4. Caractère systémique et structurel de la démarche low-tech	36
III.2.5. Quel passage à l'échelle pour les LT ?	37
III.2.5.1. Étude de cas. « Apprenez à faire vous-mêmes ce que je vends » : la surprenante proposition de valeur de l'entreprise Low-tech.....	37
III.2.5.2. Modèles d'affaires des entreprises low-tech	38
III.2.5.2.1. Comment s'exprime le tissu entrepreneurial low-tech ?	38
III.2.5.2.2. Quelques points d'attention managériaux.....	39
III.2.5.2.3. Tensions entre la démarche low-tech et l'économie classique.....	39
III.2.5.2.4. La question centrale de l'émancipation	40
III.2.5.2.5. L'entrepreneur, l'artisan, le scientifique... trois modèles à associer dans l'entrepreneuriat low-tech ?	41
III.2.5.3. Le passage à l'échelle.....	41
III.2.5.3.1. La question de l'acceptabilité	43
III.2.5.3.2. Un nouvel imaginaire.....	43
IV. Discussion	46
IV.1. Cartographie.....	46
IV.2. Étude de cas. « Apprenez à faire vous-mêmes ce que je vends » : la surprenante proposition de valeur de l'entreprise Low-tech.....	47
IV.2.1. Rôle des communautés de pratique dans les BM Low-tech	47
IV.2.2. Conditions de passage à l'échelle.....	48
IV.3. Le changement de paradigme	48
IV.3.1. La succession des paradigmes techno-économiques en question.....	48
IV.3.2. Les nouveaux paradigmes	50
IV.4. L'industrialisation de la low-tech	51

IV.5. Aspects règlementaires & usages : une question d'accessibilité ? Un exemple de discussion autour de la réglementation	52
IV.6. Changer les comportements ?	53
IV.6.1. L'incitation fonctionne.....	53
IV.6.2. L'intérêt social et environnemental avant l'intérêt économique ?.....	54
IV.6.3. Changer les comportements par obligation, bon sens, plaisir ?	54
IV.6.4. La sobriété est le maître-mot.....	55
IV.6.5. Émotions et morale	55
IV.7. Quelques pistes d'études	56
IV.7.1. Typologie de l'innovation et démarche low-tech.....	56
IV.7.2. Outil de résilience contre la défaillance des entreprises ?.....	56
IV.7.3. Les économies de partenariats	57
IV.7.4. Territoires et échelle spatiale.....	57
IV.7.5. Innovation et artisanat	58
IV.7.6. Des liens entre TPE et PME-TGE pour interagir et transformer	58
IV.7.7. Modèles d'affaires soutenables et entreprises low-tech.....	59
Conclusion	60
Bifurcations et progrès	60
Apports et limites de l'étude	62
Bibliographie.....	64
Annexe : Visualisations.....	74
Table des matières.....	81