

LA PLACE DE L'INDUSTRIE DANS UNE DÉCROISSANCE ÉCONOMIQUE : ENTRE RUPTURE DE PARADIGME  
ET CONSERVATION DES SAVOIRS ACQUIS

Par  
Léontine du Reau

Essai présenté au Centre universitaire de formation  
en environnement et développement durable en vue  
de l'obtention du grade de maîtrise en environnement (M. Env.)

Sous la direction de Marc Olivier

MAÎTRISE EN ENVIRONNEMENT  
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Août 2019

*« L'utopie ne consiste pas, aujourd'hui, à préconiser le bien-être par la décroissance et la subversion de l'actuel mode de vie ; l'utopie consiste à croire que la croissance de la production (...) peut encore apporter le mieux-être, et qu'elle est matériellement possible. »*

-André Gorz, 1977

*« A force de lecture, de réflexion, d'analyses, je deviens donc progressivement décroissantiste, par raisonnement, sans appartenir à aucun mouvement, aucune association, aucun parti, aucune coterie »*

-Jacques, 2015

## SOMMAIRE

Mots clés : industrie, économie linéaire, économie écologique, décroissance, métabolisme social, métabolisme industriel, écologie industrielle, décroissance industrielle, low-tech

L'urgence climatique, dont les conséquences sont de plus en plus désastreuses, force la réflexion et appelle des solutions profondes et des changements radicaux au modèle de société actuel. Les pays industriels développés, dont le niveau de vie et de richesse est considéré comme le meilleur, ont un rôle décisif à jouer dans les transitions futures pour la décroissance économique et survie de l'humanité. Dans ce contexte, et à la vue de l'importante place de l'industrie dans les enjeux exprimés, l'objectif de cet essai est de réfléchir à la place de l'industrie dans une décroissance de l'économie.

Afin d'y parvenir, une mise en contexte imposante et multidisciplinaire a été faite à partir d'une lecture d'ouvrages de référence sur l'histoire de l'industrie, de la notion de progrès, du capitalisme, ainsi que sur les enjeux environnementaux actuels pour justifier un besoin de changement. Une analyse critique de l'économie monétaire de production a ensuite été réalisée dans le but de montrer les courants alternatifs et sur quels paradigmes ceux-ci s'étaient fondés. Les notions d'économie écologique et décroissance ont ensuite été expliquées en se basant sur un parallèle théorique entre la biologie, la thermodynamique, et les systèmes économiques. Ces réflexions interdisciplinaires ont amené l'introduction des concepts de métabolisme social et de métabolisme industriel. L'application de ces concepts a par la suite permis l'analyse d'alternatives au modèle de production linéaire. Ces alternatives proposées appellent une critique de celles-ci dans une optique de décroissance économique et physique. Elles mènent à la réflexion sur l'aspect social des nouveaux modèles.

Les analyses et réflexions ont montré qu'il existait très peu de théories complètes sur une possible transformation de l'industrie dans un modèle de décroissance économique. Elles ont également souligné toutes les implications sur le mode de vie qu'une transition abrupte pourrait engendrer. Cet essai n'a pas permis de faire ressortir des recommandations opérationnalisables, mais elles soulignent et ventilent les cinq grands aspects critiques interreliés à prendre en compte. Elles soulignent l'importance de la réflexion et l'urgence du changement. Dans les sociétés modernes, l'industrie est un pivot qu'il faut manier avec précaution, mais dont la résilience et l'adaptation sont essentielles. En effet, pour la préservation des savoirs acquis, de niveau de vie et de l'accès à certaines technologies, ainsi que pour la sauvegarde de la planète, il semble important de réfléchir à de nouveaux paradigmes dès maintenant.

## REMERCIEMENTS

La finalisation de cet essai marque la fin d'une aventure universitaire qui fut pour moi l'expérience la plus enrichissante de ma vie. La maîtrise en environnement est le point culminant d'un parcours scolaire semé d'embûches, mais qui m'aura pourtant permis de trouver ma voie, et même de m'y épanouir.

Tout d'abord, j'aimerais remercier mon directeur, Marc Olivier, enseignant du Centre universitaire de formation en environnement et développement durable, pour son soutien, son suivi, sa patience et sa bienveillance. Il a respecté mon approche et m'a guidée tout au long du processus. Monsieur, merci beaucoup pour votre temps, pour votre disponibilité et par-dessus tout ne pas avoir perdu espoir en l'élève absolument inorganisée que je suis. Par la suite le personnel du Centre universitaire de formation en environnement et développement durable, et tout particulièrement mesdames Karine Vézina et Diane Couture, pour leur soutien moral, académique, administratif, je les remercie chaleureusement. Quant à madame Judith Vien, je la remercie sincèrement de m'avoir acceptée dans ce programme et de ses conseils précieux qui m'ont permis de rendre cet essai, et de compléter ainsi mon parcours universitaire. Une pensée particulière à mon professeur d'économie, François Delorme, pour avoir toujours encouragé mon incessant questionnement sur à peu près tout, et pour m'avoir permis, sans le savoir, de croire en mon intelligence.

Je tiens à remercier une personne sans qui cet essai n'aurait simplement jamais abouti, et qui par ses conseils, ses réflexions, ses heures de pointilleuse correction, son amitié et sa motivation, m'a permis de rendre ce papier. Odile Gauthier-Plamondon, ton soutien a été décisif. Je poursuis avec une autre merveilleuse femme qui par sa présence et sa gentillesse inconditionnelle a réussi à égayer des heures de rédaction, je tenais à remercier Marie Saydeh, ma camarade de café et « coordinatrice » depuis le début de cette maîtrise. Toujours pour le soutien moral, j'exprime toute ma gratitude à Mélanie Verschueren, pour avoir supporté toutes mes plaintes quant à ce travail. Camille Deslisle-Perrault, je n'ai pas besoin de dire plus que merci infiniment. Merci également à Gabriel Lefrançois, pour m'aimer comme je suis et pour corriger chaque faute d'orthographe comme si la survie de la planète en dépendait. Remerciement spécial à Agathe Tromelin, qui m'a rassurée sur le fait que ma folie était une force, et que mon travail en valait la peine. Une grosse pensée pour la Team Taquine, qui m'a donné envie de faire ma vie ici, et qui m'a fait comprendre que j'avais trouvé ma voie.

Finalement, une pensée va vers ma famille et particulièrement pour mes parents. Ils ont fait preuve d'un soutien inconditionnel pendant mes études et m'ont donné tous les moyens de réussir. Je les remercie aussi particulièrement pour mon caractère. Papa, maman, merci pour tout !

## TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION .....	1
1. MODÈLE PRODUCTIF INDUSTRIEL ET ÉCONOMIE CAPITALISTE, HISTOIRE D'UNE COÉVOLUTION .....	5
1.1 Fondements et histoire du fait industriel .....	5
1.1.1 De la première révolution industrielle au 20 <sup>e</sup> , des mutations importantes.....	6
1.1.2 Le 20 <sup>e</sup> siècle et ses bouleversements .....	10
1.2 Pourquoi le secteur industriel et l'économie capitaliste sont si liés ? .....	13
1.2.1 L'accumulation de capital comme facteur indissociable du développement industriel ....	13
1.2.2 Le 20 <sup>e</sup> siècle, entre mondialisation, crises et accélération du capitalisme .....	15
2. LA SITUATION ENVIRONNEMENTALE À L'HEURE ACTUELLE, ENTRE ACCÉLÉRATION ET DÉFIS.....	21
2.1 Urgence climatique et limites planétaires .....	21
2.2 Impacts plus précis de l'industrie et enjeux canadiens .....	25
3. LES THÉORIES ET MODÈLES ALTERNATIFS À LA CROISSANCE .....	30
3.1 Origines et définitions des théories d'économie écologique .....	30
3.1.1 Quelles sont les critiques de la naissance de nouveau paradigme ?.....	30
3.1.2 L'économie environnementale et la question du découplage, un premier pas.....	32
3.1.3 L'économie écologique.....	35
3.2 Les principes de thermodynamique et de biologie appliqués à l'économie et à la production de bien. Quand la nature délimite l'économie .....	37
3.3 Économie écologique et décroissance.....	42
3.3.1 Concepts clés généraux de la décroissance et principe d'économie stationnaire .....	42
3.3.2 Réflexion critique autour des impacts macroéconomiques de la décroissance .....	45
3.3.3 L'échelle microéconomique et l'industrie, un niveau stratégique .....	47
4. LES ALTERNATIVES POUR L'INDUSTRIE : RÉINVENTER UN SECTEUR PENSÉ POUR LE CAPITALISME EN OUTIL DE PROGRÈS ADAPTÉ AU PARADIGME DE LA DÉCROISSANCE .....	49
4.1 L'économie circulaire et l'écologie industrielle .....	49

4.1.1 Concepts généraux d'économie circulaire .....	50
4.1.2 Économie de la fonctionnalité, des services et du partage.....	52
4.1.3 Écologie industrielle, applications, apports et point fort d'un point de vue de la décroissance physique.....	53
4.1.4 Critiques de l'aspect cyclique des économies alternatives et amélioration possible .....	55
4.2 Les LOW-TECH, principes pour une nouvelle révolution industrielle .....	56
4.2.1 Pourquoi changer le rapport à la technologie ? .....	56
4.2.2 L'application industrielle, entre simplification, maintenance et performance.....	58
4.3 Les ressources humaines et l'investissement, stratégies pour les entreprises en décroissance .	60
4.3.1 La place stratégique de l'emploi.....	60
4.3.2 Les pratiques d'investissement, ou comment redonner une pertinence environnementale à l'accumulation monétaire.....	62
4.4 Recommandations .....	62
CONCLUSION .....	65
RÉFÉRENCES .....	67
BIBLIOGRAPHIE.....	74

## LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 2.1	Évolution des émissions de CO <sub>2</sub> entre 1750 et 2000.....	23
Figure 2.2	Impact général des activités humaines .....	26
Figure 3.1	Schéma du paradigme de l'économie de l'environnement .....	33
Figure 3.2	Principe de l'économie écologique .....	36
Figure 3.3	Schéma simplifié de l'économie.....	40
Figure 3.4	Principe de métabolisme social intégrant l'économie et ses relations avec la biosphère..	40
Figure 3.5	Passage d'une économie linéaire de marché vers un meilleur équilibre des trois économies dans une optique de décroissance .....	43
Figure 4.1	Les cycles des matériaux, composants et produits dans une économie circulaire.....	50
Figure 4.3	Les principes de L'ÉI.....	54
Figure 4.4	Boucle de remanufacturing, avec les quatre étapes de transformation avant remise en circulation des produits .....	58
Tableau 4.1	Résumé des différents types de maintenance en industrie.....	59

## **LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES**

ACV	Analyse de cycle de vie
BPC	Biphényles polychlorés
ÉC	Économie circulaire
ÉI	Écologie industrielle
GPI	Genuine Progress Indicator
L-T	Low-tech (technologies)
NPI	Nouveaux pays industriels
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
PIB	Produit intérieur brut
SI	Symbiose industrielle
SWB	Subjective well-being

## LEXIQUE

Analyse de cycle de vie	Processus objectif visant à évaluer les conséquences environnementales attribuables à un produit, à un procédé ou à une activité. (Olivier, 2012).
Anthropique	Se dit des phénomènes qui sont le résultat de l'action directe ou indirecte de l'humain. (Office québécois de la langue française, 2011).
Déchet	Matière résiduelle destinée à l'élimination. Tout matériau issu de l'activité anthropique qui ne peut être que jeté. Un déchet ne peut être récupéré par recyclage ou par compostage. (Olivier, 2012)
Entropie	Fonction thermodynamique de mesure du désordre d'un système. (Olivier, 2012)
Métabolisme	Ensemble des processus complexes et incessants de transformation de matière et d'énergie par la cellule ou l'organisme, au cours des phénomènes d'édification et de dégradation organiques. (Dictionnaire Larousse de la Langue Française, s.d.)

## INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, les principes associés au concept de décroissance sont porteurs d'une réflexion sur l'économie qui prend de plus en plus d'ampleur. Si ces principes relativement récents font beaucoup parler d'eux, leur implication dans le quotidien est néanmoins plus abstraite et mérite une attention plus approfondie. Les constats des dernières décennies en matière d'accroissement des inégalités et de dégradation de l'environnement mettent en doute le fait que le capitalisme serait le modèle idéal pour apporter des solutions à ces crises modernes. En effet, même s'il a contribué à un accroissement du bien-être et à une amélioration des conditions de vie humaine dans les pays développés, ce modèle semble aujourd'hui avoir atteint plusieurs de ses limites. Les conditions actuelles de pollution, le déplacement de plusieurs limites planétaires par rapport aux ressources naturelles ainsi que les nombreuses catastrophes naturelles qui s'accumulent sont autant de points qui montrent que la biosphère est arrivée à saturation de l'activité humaine. (Rockström, Steffen, Noone, Persson, Chapin III, Lambin, ..., et Nykvist, 2009)

En 1972 déjà, le Club de Rome réfléchissait et établissait des projections sur les conséquences et les enjeux liés à la poursuite d'une telle intensité de production et de pollution. Les constatations faites à l'époque sont encore d'actualité, d'autant que la plupart des impacts prévus se sont réalisés dans les temps estimés, voire même avant la date des projections les plus pessimistes. L'année 2019 marque une année de tous les records en ce qui a trait au réchauffement climatique, puisque les scientifiques ont constaté que les boucles de rétroaction négative tant redoutées dans le cycle du CO<sub>2</sub> ont déjà commencé. Les catastrophes naturelles se multiplient et il semble alors évident que la modification et l'adaptabilité du système social, et surtout du système économique, ne suivent pas cette rapide transformation. Si chacun, et par là, le plus grand nombre admet que les changements climatiques ne sont plus un mythe, il est certain qu'une innocence des individus, voire un aveuglement maladif, ainsi qu'un entêtement à protéger les divers intérêts économiques poussent la plupart des individus et des acteurs décisionnels vers un marasme et une inactivité. D'un point de vue économique, le modèle linéaire de l'économie classique, auquel les principes d'accumulation du capital et l'ensemble des impacts induits sur nos modes de production et de consommation sont associés, dévoile aussi largement ses limites. C'est dans ce contexte et face à ces problématiques qu'une pensée autour de la décroissance a émergé dans le secteur de l'industrie (Meadows et al., 2004; Pineault, 2018, F. Delorme, notes de cours, mai 2018).

Les divers travaux du Club de Rome et de plusieurs économistes ont clairement mis en évidence qu'une croissance infinie ne pouvait être possible dans un monde fini. De plus, l'expérience du développement durable et les tentatives de découplage entre la croissance économique et les impacts écologiques ont

aussi témoigné de leur faiblesse. Les dernières années furent en outre marquées par l'inaction généralisée, non seulement vis-à-vis des menaces environnementales, mais aussi face à l'instabilité économique, et les seuils de plusieurs indicateurs permettant d'assurer la survie de l'humanité ont déjà été dépassés. Les débalancements dans les cycles biogéochimiques causés par l'homme dans les 300 dernières années rendent imprévisible l'avenir des conditions de la vie terrestre. Même si certains accords et prises de décisions ont permis d'améliorer quelques indicateurs tels que la taille de la déplétion dans la couche d'ozone, les points négatifs semble s'accumuler plus vite que les points positifs. Dans ce contexte, plusieurs économistes et scientifiques se sont penchés sur la question du rôle de notre modèle économique au sein des problématiques socioenvironnementales. De nombreuses théories, et notamment celles alternatives à la croissance, ont émergé de ces réflexions et sont désormais en quête d'une tribune pour exprimer leurs propositions pour un nouveau système. De nombreuses réflexions sur le parallèle entre les principes biologiques et les lois de la thermodynamique ont été menées par rapport à notre système, et ont mis en lumière des termes tels que le métabolisme social, le métabolisme de l'économie, y compris à l'échelle du métabolisme industriel. (Roegen, 1995) Contrairement au modèle actuel dominant, ces modèles économiques dits alternatifs considèrent que l'économie est délimitée par la biosphère au sein de laquelle interagissent différents flux métaboliques.

Un autre aspect important réside dans le fait que nos sociétés modernes se sont construites sur l'idée du progrès et à travers les révolutions industrielles qui ont ponctué les dernières décennies. En effet, les modèles de production implantés et la tendance à un extractivisme effréné des ressources naturelles ont teinté tout le développement social des pays industriellement développés. Ce modèle est maintenant fondamentalement ancré dans le système de valeurs et de réflexion des individus, et tous les indicateurs actuels en font l'apanage. Ainsi, même dans le cas où une décroissance physique de l'économie serait voulue pour limiter ses externalités négatives, il est encore très difficile de savoir comment modifier la structure même de notre société. Le défi est donc de conserver nos acquis qualitatifs, de savoir et de technologie, tout en créant une rupture avec le capitalisme, pour pouvoir drastiquement diminuer l'empreinte de la société sur l'environnement.

L'échelle de l'industrie a été choisie pour réaliser ce travail, car elle constitue un acteur généralisé dans les économies, mais comprend également des solutions et des modes de réflexion microéconomiques qui peuvent être facilement adaptés à tous les contextes. Il faut noter que malgré une tendance à une économie dématérialisée et de service, toute la structure même de nos sociétés modernes repose sur notre capacité à extraire et produire des biens et à disposer d'énergie en grande quantité, permettant

d'offrir le niveau de confort moderne dont les générations actuelles des classes moyennes des pays occidentaux ont toujours profité.

L'objectif de ce travail est de prendre conscience de la profondeur des relations qui existent entre l'industrie et le modèle capitaliste puis, par la nature identifiée de ces relations, de dresser un portrait de ce que pourraient être les nouvelles fonctions et les nouveaux modèles de l'industrie dans un cadre de décroissance économique. Ce travail s'est d'abord penché sur une mise en contexte historique permettant de rappeler la relation étroite entre le modèle productif industriel et l'économie capitaliste. Ce retour historique a aussi permis de mettre en lumière toutes les connexions sous-jacentes à cette relation, comme la relation au travail ou encore la modification des paysages et des villes. La coévolution de l'industrie et de l'économie capitaliste a également influencé toutes les facettes de la société moderne, comme les modes de vie, les modes de déplacement, la façon de consommer, l'utilisation de la monnaie, en passant par les processus de production de la nourriture, de vêtements, à la production des biens ainsi qu'à la relation avec le travail rémunéré. Une réflexion autour des concepts de « progrès » et de « modernité » ont été nécessaire pour inclure l'enjeu des politiques économique de décroissance. En effet, l'anticipation les changements de systèmes doit permettre à la décroissance de ne pas être néfaste aux conditions de vie humaines.

La recherche préliminaire n'a pas fait ressortir de tendance particulière en ce qui concerne la décroissance de l'industrie, et cela même si quelques alternatives existent. Par exemple, la forte remise en question de l'extractivisme et l'application des principes de circularité de flux émergent, mais ils ne remettent pas encore tous en question les principes capitalistes. Face au peu d'alternatives, l'essai s'est donc attardé à comprendre l'ampleur des relations interdisciplinaires du sujet, et à regrouper et analyser certaines alternatives et leurs applications possibles. La recherche sur l'histoire de l'industrie et de l'économie, ainsi que celle sur les principes d'économie écologique est basée sur les travaux de spécialistes reconnus. De nombreux livres de référence comme ceux de Beaud (2010), de Nicholas-Georgescu Roegen (1995), de Jackson (2017) et de Victor (2012) ont été lus et utilisés pour assurer une profondeur à la réflexion. Par ailleurs, des articles du *Journal of Cleaner Production* et de la revue *Ecological Economics* ont également été utilisés. La présence de ces sources dans la bibliographie de plusieurs des cours suivis lors de la maîtrise est un critère de crédibilité. De plus, de nombreux essais d'anciens élèves du Centre universitaire de formation en environnement ont été des sources de références et de réflexions clés pour l'élaboration de ce travail. Pour les questions d'ordre historique, le foisonnement d'ouvrage de référence a permis de dresser le portrait le plus large et le plus objectif possible. La date de publication des ouvrages et des textes

a également permis de sélectionner les sources les plus récentes sur des notions telles que le métabolisme industriel, l'économie circulaire et la décroissance, qui restent relativement nouvellement documentées. La réflexion présentée dans ce texte est également le fruit de nombreuses participations à des conférences et présentations, notamment celles de monsieur Éric Pineault et de monsieur Yves-Marie Abraham.

L'essai qui suit est composé de cinq chapitres basés sur l'angle réflexif voulu pour l'analyse de la problématique. Les deux premiers chapitres présentent un historique du modèle industriel ainsi que de celui de l'économie linéaire de marché. Ils retracent aussi les différents événements qui ont mené à l'actuelle urgence environnementale. Le troisième chapitre s'intéresse aux modèles alternatifs d'économie et à la pertinence de l'analyse par rapport au métabolisme, ainsi qu'aux fondements des principes de décroissance. Le quatrième chapitre décrit quant à lui les alternatives possibles pour aiguiller le secteur industriel vers une décroissance absolue sans perdre tout l'apport que ses connaissances ont su apporter à la qualité de vie des individus. Pour finir, la dernière sous-section présente une réflexion générale sur l'ensemble des pistes de l'essai, ainsi que des recommandations pour tenter de concevoir l'avenir de l'industrie dans une optique de décroissance économique.

## **1. MODÈLE PRODUCTIF INDUSTRIEL ET ÉCONOMIE CAPITALISTE, HISTOIRE D'UNE COÉVOLUTION**

Pour comprendre comment la société industrielle dans le monde est arrivée là où elle est au 21<sup>e</sup> siècle, il faut s'interroger sur ses origines. Que ce soit sur l'aspect des technologies, de la structure sociale ou de l'économie, les changements opérés ces 300 dernières années ont été autant de facteurs qui ont guidé vers le niveau de vie actuel des pays considérés comme développés, notamment en Europe et Amérique du Nord.

L'objectif de ce chapitre est de décrire ces enjeux autour de la production industrielle : extraction des ressources, impacts écologiques, système de valeur, capitalisme industriel, progrès. Dans un premier temps, un retour historique sur le modèle industriel et ses fondements permet de comprendre comment s'articule la production de bien. Dans un second temps, les liens entre modèle économique capitaliste et modèle industriel actuel sont mis en avant.

Il est essentiel pour l'analyse postérieure d'identifier les relations et les problèmes d'interdépendance afin de formuler de futures recommandations et montrer la nécessité d'un changement total réel de paradigme.

### **1.1 Fondements et histoire du fait industriel**

La question du fait industriel est historiquement bien documentée, mais dans un contexte d'analyse interdisciplinaire en environnement, cette partie permet de montrer à quel point celui-ci touche de multiples aspects de l'organisation humaine. En voici une définition large :

« Le fait industriel, c'est-à-dire au sens strict, l'exploitation des ressources minérales et énergétiques, de la transformation des matières premières en produits finis ou semi-finis demeure un fait vaste et mal délimité et la mesure du fait industriel reste difficile »  
(Goussot, 1998)

La production de biens suit l'humanité comme son ombre. En effet, dès la préhistoire, l'Homme apprivoise la taille de la pierre et la transformation du bois à des fins de chasse et de pêche. Tout au long de son évolution, les progrès techniques permettent d'améliorer ses capacités de survie. Peu à peu devenu sédentaire, l'Homme développe des outils, des vêtements, des modes de fabrication de plus en plus poussés. Les formes de commerce passent du troc aux échanges monétaires simples, les voies de commerce se développent, mais seuls les biens à très forte valeur ajoutée se déplacent, habituellement sur de courtes distances comparativement aux distances actuelles. Pendant l'Antiquité, il y a déjà la

construction de pont, de bijoux, d'ustensiles et un ensemble d'autres objets et infrastructures qui font maintenant partie du quotidien. Le Moyen Âge est une époque pauvre en évolutions des pratiques et en améliorations sociales. Jusqu'au 18<sup>e</sup> siècle, les progrès techniques sont constants, mais prennent du temps et concernent surtout les classes les plus aisées des populations. Les biens matériels de la société paysanne n'ont guère évolué depuis l'Antiquité. (Mumford, 1950)

L'industrie est composée de multiples aspects, mais les principes directeurs sont simples. Il faut que les conditions économiques soient propices et que de nouvelles énergies deviennent utilisables. Dans ce cadre, une rationalisation de la production basée sur l'innovation et la pensée scientifique se développe. (Goussot, 1998)

### **1.1.1 De la première révolution industrielle au 20<sup>e</sup>, des mutations importantes**

Les balbutiements de l'industrie se sont faits au prix d'une transformation sociale qui semble avoir laissé des traces indélébiles dans les modes de vie actuels. Pour comprendre l'impact de l'industrie sur l'environnement et l'économie, un retour historique est pertinent.

#### **Des révolutions techniques et de nouvelles énergies**

La première révolution industrielle n'émerge pas brutalement, il s'agit plus d'une accélération et d'une rupture technique. En effet, les manufactures de textile et les divers ateliers de petite et moyenne taille commencent à se développer. Avant 1750, c'est la proto-industrialisation qui est à l'œuvre. (Rioux, 1971; Mumford, 1950) L'âge « moderne » commence en Angleterre au 18<sup>e</sup> siècle avec la révolution industrielle. À l'époque de cette révolution technique, l'Europe domine le monde.

Vers 1780, la découverte et la maîtrise de la machine à vapeur, ainsi que sa production basée sur la combustion du charbon apportent une capacité énergétique révolutionnaire. L'extraction de la matière première se développe rapidement pour faire face à la demande. (Rioux, 1971) La véritable révolution industrielle au 18<sup>e</sup> siècle provient du charbon, car il servait à générer la vapeur actionnant les machines des grandes industries, notamment celles du textile. C'est aussi grâce au charbon qu'apparaît la modernisation des moyens de transport. Il y a également une nouvelle demande autour du fer ainsi que le développement de la métallurgie et de ses secteurs spécialisés. (Chevalier, 1995)

L'industrie commence alors à se développer par étape, grâce aux progrès techniques très importants de la mécanisation engendrée par la vapeur. De plus, la société se modifie en raison des besoins en main-d'œuvre. La structure sociale se voit bouleversée avec l'arrivée massive de la main-d'œuvre rurale (80 %

de la population à cette époque) vers les usines et les villes. (Rioux, 1971) Ce passage brutal change radicalement les mentalités et les modes de vie, bien que plus lentement dans certaines régions. Les paysages européens sont modifiés avec l'arrivée des usines de plus en plus imposantes, des mines qui prennent de l'ampleur partout en Europe et de la concentration de main-d'œuvre autour de celles-ci. (Rioux, 1971)

La deuxième révolution industrielle arrive à la fin du 19<sup>e</sup> siècle, c'est celle de l'électricité et du moteur à explosion. L'apparition de l'ampoule et de la dynamo change les habitudes. Le moteur électrique augmente encore les capacités techniques des usines et leur capacité de production. C'est aussi la révolution de la chimie et du pétrole. La force hydraulique est maintenant utilisée comme source d'électricité. (Chevalier, 1995) L'énergie électrique permet également la production d'aluminium. L'essor de plus en plus important des industries provoque une généralisation de la production industrielle dans les villes en Europe de l'Ouest. Le phénomène est encore largement européen. Il faudra attendre la fin du 19<sup>e</sup> siècle pour que les États-Unis et plus tard le Canada développent leurs industries. (Rioux, 1971) En Amérique du Nord britannique (Canada), c'est d'abord le chemin de fer qui est le centre du développement industriel. (Anastakis, 2019)

C'est dans ce contexte que la réalité autour des matières premières va changer, car à « partir de 1925, l'électricité, le pétrole et le gaz rendent obsolète le charbon » (Chevalier, 1995) avec l'apport notamment de la chimie, la création de tissus synthétiques ainsi que du plastique démarrent, tous deux issus du pétrole. Les matériaux plus traditionnels, donc métaux, fer, bois, verre et textiles naturels, associés au développement des humains depuis les 10 000 dernières années, sont progressivement remplacés par les polymères de plastique. (Chevalier, 1995)

### **Des révolutions sociales et agricoles**

En parallèle des révolutions industrielles, une révolution agricole s'observe aussi. Cette dernière contribue étroitement à la réussite des modèles industriels de l'époque. Celle-ci semble même nécessaire à l'explosion de l'industrie. En effet, de nouvelles techniques émergentes et la mécanisation des exploitations agricoles permettent de libérer la main-d'œuvre désormais disponible pour l'industrie. La taille des surfaces cultivées augmente et les rendements suivent une courbe exponentielle avec l'introduction des engrais minéraux et de synthèses. De plus, cet accroissement de la production permet de nourrir les populations grandissantes des villes. (Rioux, 1971)

L'accroissement démographique en cours depuis le 19<sup>e</sup> siècle va apporter une grande quantité de main-d'œuvre. L'exode rural va entraîner un apport constant de main-d'œuvre peu qualifiée qui sera « captive » du travail dans les usines. L'amélioration de la machinerie va également venir diminuer les besoins en main-d'œuvre des exploitations agricoles, ce qui contribuera entre autres au phénomène d'exode. Il faut noter que l'accroissement démographique est aussi étroitement lié aux progrès de la médecine et à l'amélioration de la production agricole. Cette augmentation des rendements agricole précède la révolution industrielle et y est étroitement liée. Elle induit d'ailleurs déjà des impacts environnementaux majeurs. (Berstein et Milza, 1996a) En effet, pour agrandir les surfaces cultivables et permettre plus d'élevages, les forêts sont défrichées partout en Europe, et la biodiversité connaît alors son premier déclin.

Les 19<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> siècles apportent leur lot de transformations sociales. Celles en liens directs avec l'industrialisation sont nombreuses, et les impacts indirects sont encore plus nombreux. La démographie mondiale est bouleversée, l'urbanisation croissante est un des aspects les plus flagrants de cette transformation. Au Canada, les années 1800 voient le passage de l'agriculture et de l'extraction vers une fabrication industrielle et un développement des services. Les activités se déplacent là aussi pour devenir un tissu urbain industrialisé. Même si l'extraction demeure une activité prépondérante pour le territoire, entraînant une croissance, mais des problématiques environnementales perdureront pendant des siècles. (Anastakis, 2019)

Même si les déplacements sont facilités avec les trains à vapeur puis le moteur à explosion, ce sont surtout les marchandises qui circulent, parcourant des distances de plus en plus grandes. Les aspects les plus évidents des révolutions industrielles sont perçus dès cette époque. Les impacts de la croissance économique sont directement ressentis par la population. Les volumes de production augmentent constamment, et le progrès technique suit. La structure sociale est changée radicalement, la population ainsi que sa qualité de vie augmentent, bien que dans les usines et les mines, les prolétaires connaissent des situations très précaires. Les individus commencent doucement à accumuler des biens, de façon plus importante qu'auparavant, notamment dans les milieux moins aisés. L'économie se développe, mais il y a une certaine incompréhension des impacts et une complexification des flux monétaires. Il y a également une montée de la lutte des classes entre prolétariat et bourgeoisie, le premier n'acceptant plus les conditions de vie imposées par la seconde, qui elle accumule le capital. (Rioux, 1971)

Au 19<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> siècle, la croissance démographique est également soutenue par les progrès de la médecine. Pasteur invente le vaccin dès la fin du 19<sup>e</sup> siècle, et les progrès d'hygiène et de salubrité générale font diminuer le taux de mortalité. En effet, les progrès de l'hygiène ont autant d'impact sur la longévité des

individus que l'amélioration de l'alimentation. (Mathieu, 2005) Les révolutions industrielles ont été très dures en raison de l'exploitation des classes les plus pauvres, hommes, femmes, mais surtout enfants, les conditions de travail étant souvent très pénibles. La fin du 19<sup>e</sup> siècle et la période d'avant-guerre voient une amélioration de ces conditions, avec par exemple l'interdiction en France en 1841 du travail des enfants de moins de 12 ans dans les manufactures, usines ou ateliers. (Mathieu, 2005; Berstein, Milza, 1996a)

Les villes se développent rapidement et de nouvelles classes sociales font leur apparition, avec l'essor du commerce et de plus en plus de services. Néanmoins, l'augmentation démographique accentue les problèmes environnementaux d'approvisionnement en ressources, de gestion des déchets, de gestion de l'eau, de pollution atmosphérique. (Rioux, 1971; Mathieu, 2005) Les villes et la société du 19<sup>e</sup> siècle sont des témoins d'une confrontation brutale « entre la richesse et la misère ouvrière, entre l'aisance cultivée et l'angoisse brute, entre le pouvoir et l'absolue dépendance ». (Beaud, 2010)

### **Colonialisme et extraction des ressources**

Il faut noter que l'extractivisme est devenue la religion majoritaire dans les pays industriellement développés ou en développement. Ce choix de l'extraction va modifier les paysages de façon indélébile. (Rioux, 1971) Dans tous les pays disposant de ressources naturelles, des mines de plus en plus importantes se développent. Certaines régions changent complètement de visage, et les conséquences visibles sur les paysages ne laissent qu'entrevoir l'impact colossal qu'auront ces exploitations sur l'environnement. Les conséquences directes sur la santé des ouvriers et mineurs se font déjà sentir, outre le travail accablant et répétitif. Les poumons sont affectés par les poussières et les yeux dégradés par la visibilité dans les mines. (Berstein, Milza, 1996a)

Un autre aspect historique de l'époque, dont l'impact sur le développement de l'Europe est indéniable, est la colonisation. Le commerce triangulaire entre l'Europe riche, l'Afrique dominée et les Amériques, terres « libres » et infinies, bat son plein depuis déjà plus de quatre siècles. L'esclavage connaît son apogée entre 1750 et 1800. Bien que l'esclavage et la traite soient progressivement interdits dans la première moitié du 19<sup>e</sup> siècle, la force productive envoyée aux Amériques a permis de développer le commerce mondial et d'accumuler des capitaux dans les pays colonisateurs. (Beaud, 2010)

Cependant, la colonisation ne se limite pas à l'apport de main d'œuvre. Si l'Angleterre domine le monde à cette époque, c'est qu'elle est réellement première sur tous les plans. En effet, en plus de son économie particulièrement développée, le pays croît dès le 16<sup>e</sup> siècle grâce à la colonisation et à son omniprésence

dans le commerce maritime mondial. Sa position dominante permet au pays de structurer sa logique d'échange, et par là même de s'engager dans une spécialisation et une division internationale du travail, ce sont les débuts de la mondialisation. (Beaud, 2010)

### **1.1.2 Le 20<sup>e</sup> siècle et ses bouleversements**

Au tournant du 20<sup>e</sup> siècle, l'histoire du monde est bouleversée par deux guerres mondiales. Ces périodes d'urgences vont modifier le tissu productif. Après 1950, la mondialisation s'accélère, et la troisième révolution émerge.

#### **Guerres mondiales et progrès**

La Grande-Bretagne occupe une place dominante en 1870 avec 32 % de la production industrielle mondiale contre 23 % à la même époque pour les États-Unis. Toutefois, à la veille de la Première Guerre mondiale, les rapports ont complètement changé. Les États-Unis produisent alors 42 % des biens industriels quand la Grande-Bretagne n'en produit plus que 9 %. La deuxième révolution industrielle a commencé au début du 20<sup>e</sup> siècle pour le Canada. (Beaud 2010; Anastakis, 2019)

La Première Guerre mondiale accélère la seconde révolution industrielle en Amérique du Nord. Pour soutenir l'effort de guerre, le Canada et les États-Unis mettent en place des politiques interventionnistes d'investissement pour la construction d'armes et de moyens de transport. (Anastakis, 2019)

Les deux guerres mondiales vont faire augmenter les inventions. Pour pouvoir gagner la Première Guerre, les principes d'industrialisation et de production de masse sont appliqués à la production militaire. L'artillerie devient de plus en plus efficace et destructrice, quant aux inventions chimiques, les gaz de combat rendent les conditions sur le terrain encore plus difficiles. (Hobsbawn, 2008) L'aéronautique devient une arme de guerre qui permet de changer les rapports de forces trop souvent immobiles au sol. Avec les chars d'assaut, les machines issues de l'industrie lourde prennent une application meurtrière.

La Seconde Guerre mondiale est une source de contraintes techniques. Elle est également le théâtre d'une forte désindustrialisation de l'Europe, notamment due aux pertes engendrées et à la diminution de la main-d'œuvre disponible. Néanmoins, elle marque pour l'Angleterre une augmentation de la population active, et un retour des femmes dans les usines, qui profite aux processus d'émancipation. À terme, la Deuxième Guerre mondiale marque la fin d'une Europe dominatrice, car les forces de production ont été bouleversées pendant la guerre. (Berstein, Milza, 1996b) La pression technologique, qui accélère les grandes inventions, a produit la bombe nucléaire et a construit en retour des nouvelles forces politiques.

L'après-guerre est une période où les pôles de production, déjà modifiés durant la guerre, vont être de nouveau bouleversés. L'industrialisation tardive de certains pays change les rapports de concurrence et l'ère des trente glorieuses, entre 1946 et 1975, marque l'apogée de la production industrielle de masse et de l'amélioration des conditions de vie. Les entreprises ont transformé les façons de faire, de consommer, de travailler, mais également modifié les paysages dans la plupart des pays du monde.

La période des années 1960 aux années 1980 voit l'industrie se modifier dans ses procédés. Il y a une forte automatisation et une dépendance aux technologies s'installe. Les rendements des travailleurs deviennent encore plus surveillés et la compétition mondiale pour la main-d'œuvre bon marché est rude. (Anastakis, 2019; Beaud, 2010)

### **Troisième révolution industrielle et mondialisation**

La troisième révolution industrielle, celle de l'électronique et d'Internet, engendre aussi son lot de transformations. Elle est la source de nombreuses pollutions, parfois imperceptibles par les individus. Ses innovations techniques émettent directement et indirectement des GES par les besoins en énergie des nouvelles technologies. La pollution induite par la fabrication des composantes des équipements électroniques et l'extraction des matières premières est gigantesques. (Chevalier, 1995) En effet, toutes les connexions et le stockage de données requièrent des serveurs puissants et chauds, qui nécessitent d'être réfrigérés en permanence. Quant à l'impact social de ces nouvelles technologies, il est indéniable. Les modes de communication, d'éducation, d'approvisionnement ont évolué, ce sont en fait toutes les sphères de la société qui sont une nouvelle fois bousculées. De nombreux nouveaux types d'emplois ont vu le jour, tant pour les services annexes, que la création et le maintien des réseaux, des plateformes, des appareils. (Olivier, 2012)

Les révolutions industrielles ont été dans les pays pionniers des mouvements d'abord lents. Mais les phénomènes s'accélèrent, et quelques dizaines d'années de plus suffisent pour englober les nouveaux pays industriels (NPI). (Goussot, 1998)

La fin du 20<sup>e</sup> siècle est socialement synonyme de mondialisation. La démographie augmente encore, les conflits sont multifacettes. Le modèle de développement « occidental » soit le capitalisme démocratique industriel des pays du Nord s'étend dans le monde entier. Il n'y a jamais eu autant de distances parcourues par les marchandises, jamais autant de communications effectuées, jamais autant de personnes dans le monde, jamais autant d'argent dans l'économie. Pourtant, ces extrêmes semblent être la source de

multiples problèmes sociaux et environnementaux, et la promesse d'amélioration du niveau de vie par la croissance économique n'est plus un principe intouchable.

### **Le rapport « moderne » à la nature**

La production industrielle est étroitement liée aux ressources naturelles disponibles. La maîtrise des énergies est un point central des progrès techniques qui ont jalonné le 19<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> siècle. Plusieurs problématiques sont donc à l'œuvre autour de l'approvisionnement, du rapport à la nature à cette époque et de l'impact sur les rapports actuels que l'industrie entretient avec les ressources naturelles. En effet, même si « Le principe d'appropriation de la nature est transversal de l'histoire environnementale », il semble évident que les révolutions industrielles ont marqué une rupture. Il s'agit d'une intensification de l'exploitation des ressources environnementales par les humains, autant en volume qu'en cadence. En effet, l'industrie se base sur des productions de la nature transformées en marchandises ou en énergie, c'est-à-dire appropriées. (Fressoz, Graber, Locher, Quenet, 2014; Abraham, Murray et al., 2015)

Les ressources exploitées pour leurs propriétés énergétiques, telles que le charbon, le pétrole et le gaz, se forment dans des conditions uniques et des périodes précises. (Abraham, Murray et al., 2015) En raison de leur origine, elles sont épuisables et la société thermo-industrielle provoque une dilapidation de celles-ci. La quantité extraite est incomparablement plus importante que celle du passé et donc engendre des impacts d'une ampleur sans précédent sur le système Terre. Les ressources renouvelables comme le bois et l'eau douce sont, elles aussi utilisées sans restriction, ce qui nuit au renouvellement. (Abraham, Murray et al., 2015) De plus, cette extraction intensive amène aussi de fortes transformations dans les sociétés non urbaines. De nombreux pays dépendent de l'efficacité et des ressources de leur sol. (Anastakis, 2019)

Après la deuxième révolution industrielle, la dépendance au pétrole croît de façon exponentielle. Les progrès de la chimie en font une ressource aux mille usages, et les produits plastiques envahissent les marchés. Le pétrole devient la ressource première pour de nombreux secteurs et biens comme les transports, l'habillement, les pesticides, les cosmétiques, les emballages, les infrastructures routières. (Fressoz, Graber, Locher, Quenet, 2014)

C'est après la troisième révolution industrielle, qui pourrait être qualifiée de révolution techno-industrielle, que d'autres matières premières vont devenir des enjeux cruciaux. Les éléments terres rares deviennent en effet, du fait de leurs propriétés, des minerais stratégiques. Ils sont présents dans la majorité des technologies de pointe et sont pour l'instant non substituables dans les processus de fabrication et pour l'efficacité des technologies du 21<sup>e</sup> siècle. (Christman, 2011) Les impacts sur l'humanité

de ces nombreuses révolutions et l'état actuel de l'environnement seront des sujets plus approfondis dans la partie 2 de cet essai.

## **1.2 Pourquoi le secteur industriel et l'économie capitaliste sont si liés ?**

La place de l'industrie dans les sociétés occidentales modernes semble être à la fois naturelle et importante, mais cela n'a pas toujours été le cas. De plus, les relations entre l'économie actuelle et le mode de production industrielle sont profondément liés dans leur structure et leur vision. Ainsi, si le paradigme de l'économie capitalisme et celui de la production industrielle sont si lié, il est important de comprendre comment ils en sont arrivés là pour réaliser l'ampleur des impacts qu'un changement de paradigme vers une décroissance impliquerait.

### **1.2.1 L'accumulation de capital comme facteur indissociable du développement industriel**

Sur le plan politique et économique, les trois derniers siècles ont complètement modifié les rapports de puissance, surtout en Europe. L'économie s'est développée et complexifiée en coévolution avec les sociétés. La colonisation a amené le modèle à s'exporter et à s'enrichir de diverses ressources naturelles. Cette partie permettra de ressortir quelques axes stratégiques de la relation et de la coévolution de l'industrie et de la société capitaliste.

### **Naissance de la bourgeoisie et domination coloniale**

La première révolution industrielle prend racine en Europe. Le contexte de l'époque est très changeant, surtout dans les structures sociales et économiques. Avant la première révolution industrielle, ce sont les rois et la noblesse qui contrôlent les pays européens. Celle-ci est régulièrement ravagée par les guerres et la conquête coloniale bat son plein. La fin du 18<sup>e</sup> siècle amène la remise en question de la religion, de la noblesse, de l'ordre féodal, et dans une plus grande mesure de tout ordre social auparavant établi. La bourgeoisie se développe et avec les nouvelles réflexions sur la société, la politique et la démocratie, d'autres formes de gouvernements vont être créées. Elle prendra le contrôle de ces gouvernements sans avoir besoin d'une royauté. De plus, l'économie auparavant basée sur l'or est maintenant basée sur les capitaux. (Beaud, 2010)

C'est dans ce contexte social qu'éclot la première révolution industrielle. Celle-ci marque la libération du pouvoir humain de production, l'optimisation du travail et une modification des économies qui commencent à fournir des biens et des services en grand nombre. (Rioux, 1971)

L'idée d'accumulation de richesse n'est plus réservée aux nobles, la bourgeoisie se développe dans toute l'Europe et elle investit. À partir de la fin du 18<sup>e</sup> siècle, la plus grande partie de la richesse des pays provient des compagnies coloniales et des financiers. En effet, la domination et l'impérialisme, qui amènent pillage, extraction et esclavagisme, constituent une source d'enrichissement fondamentale. (Beaud 2010; Meignen, 1990) Avant la confédération de 1867, le Canada fournit la Grande-Bretagne, pays colonisateur. Ce système est le mercantilisme, il consiste à procurer les matières premières (minerais, bois) et des denrées agricoles au pays qui contrôle les terres colonisées. Celui-ci, industriellement développé, exporte ses biens industriels et assure un contrôle politique sur le territoire. (Anastakis, 2019)

Au début du 19<sup>e</sup> siècle se met en place et s'élargit la logique capitaliste de production. Le secteur industriel exploite un nombre toujours croissant de travailleurs, et produit une masse toujours grandissante de marchandises. En Europe, l'impérialisme entraîne une accumulation vertigineuse de richesses dans les pays développés. En corolaire, cela élargit et aggrave la misère et la fracture sociale dans ces mêmes territoires. (Beaud, 2010) Cette montée du capitalisme industriel entraîne une forte modification de la structure et des instances économiques, dont le rôle ne va cesser de s'accroître au cours du siècle. (Meignen, 1990)

Cette expansion de l'industrie marque le début d'entreprises assez large pour concentrer plusieurs catégories de travailleurs de plus en plus spécialisés. Le capital se concentre et s'accumule, pour ensuite être réinvesti dans d'autres compagnies ou secteurs. Les facteurs capital (K) et travail (T) de la fonction traditionnelle de production augmentent de façon importante. (Rioux, 1971; Beaud, 2010).

La force de travail humaine était déjà utilisée à l'ère pro-industrielle, mais la machine permet de démultiplier les rendements. En effet, grâce au potentiel énergétique et à la qualité entropique des matières premières extraites (charbon, pétrole), les rythmes de production vont changer. La nature du travail et l'organisation du travail vont être transformées. Les nouveaux matériaux qui peuvent maintenant être travaillés vont ouvrir les possibilités et le progrès technique va devenir le cœur de l'économie européenne. (Rioux, 1971).

### **Le développement de l'industrie et l'impérialisme européen**

Au cours du 19<sup>e</sup> et du 20<sup>e</sup> siècle, le modèle européen s'étend. La base idéologique de celui-ci est l'accroissement de l'utilité des facteurs de production, alors identifiés comme le travail, le capital et la terre. La soumission à ce modèle dans les pays colonisés est facilitée par la diffusion des idéologies d'expatriés ainsi que le partage de savoir. Les pays européens investissent massivement à l'étranger,

entraînant ainsi une obligation de dégager des bénéfices pour les entreprises, et des dettes pour certains pays. Cet impérialisme est diffusé par ce que l'on appelle les « appareils du capital » de la bourgeoisie capitaliste, que sont les systèmes bancaires, commerciaux et industriels. Ceux-ci accumulent les richesses grâce au transfert de valeurs, souvent par la soumission des formations sociales dominées et des colonies. (Beaud, 2010)

En Amérique du Nord, le 19<sup>e</sup> siècle marque le commencement de l'industrialisation, facilité par la forte présence de main d'œuvre due à la colonisation. Le système féodal est très peu implanté, et le passage vers le capitalisme se fait en moins de deux siècles pour le Canada. Les terres vastes facilitent l'agriculture, mais l'industrie est faible avant la fin du siècle. (Meignen, 1990) L'Angleterre renonce au mercantilisme dans les années 1840, ce qui entraîne une industrialisation rapide de l'Amérique du Nord britannique. Par exemple, la ville de Sherbrooke développe efficacement ses industries. Il a alors la création d'infrastructures lourde de transport (comme les canaux), et des progrès sont réalisés dans les domaines de la meunerie, du textile et de la construction navale. Ce tournant marque un changement sociétal et économique qui modifie les conditions de vie des populations. Comme en Europe auparavant, une classe sociale, composée de petits-bourgeois capitalistes, se développe. Celle-ci est basée sur l'exploitation d'entreprises familiales, souvent financées par des obligations venant de l'autre côté de l'Atlantique. (Anastakis, 2019) La machine prend une place prépondérante dans les nouvelles structures productives. Si elle semble d'abord néfaste aux ouvriers, les constats qu'elle favorise l'accumulation de capital et donc la création d'emplois vont entretenir son acceptabilité. De plus, elle crée de nouveaux enjeux techniques, et permet le développement du travailleur-ingénieur. (Meignen, 1990)

Au Canada, la confédération de 1867 entraîne une tendance protectionniste qui a pour impact l'implantation sur le territoire d'entreprises américaines voulant éviter les taxes grâce à leurs succursales. Le pays est très concurrentiel dans les domaines de la chimie et de l'automobile. Il y a alors un développement de la production industrielle. Les usines sont des propriétés privées et augmentent les besoins en travailleurs dans le pays. (Anastakis, 2019)

### **1.2.2 Le 20<sup>e</sup> siècle, entre mondialisation, crises et accélération du capitalisme**

Le 20<sup>e</sup> siècle va également être décisif sur le plan économique. C'est au cours de celui-ci que les impératifs de croissance vont prendre tout leur poids notamment grâce à des indicateurs et une mondialisation de l'économie qui exacerbe la compétitivité et entraîne des cycles économiques de plus en plus rapides.

#### **La croissance et le progrès.**

L'idée du progrès est une notion très relative, mais elle implique indubitablement un passé et intègre la certitude qu'il aura un futur. Peter Victor, économiste, tient à rappeler que l'impératif de croissance économique est relatif à l'idée de progrès, d'évolution et d'amélioration. Cet amalgame de signification peut être négatif dans la recherche d'alternatives. La réflexion amenée par cet auteur, bien qu'elle ne puisse être présentée comme une définition du terme, permet de saisir l'ampleur de l'impératif de croissance. (Victor, 2008; Latouche, 2006)

Pour commencer, l'idée du progrès part du principe que les choses arrivent avec un lien de cause à effet et non de façon aléatoire, et que la combinaison de plusieurs événements positifs amène un progrès. Ces relations font donc en sorte que les choses se sont améliorées et peuvent toujours être améliorées, mais qu'un cycle de répétition infinie n'est pas considéré comme un progrès, car le progrès n'est pas la stagnation ou l'absence de régression. Ce concept de progrès est relativement moderne dans l'histoire humaine, car les formes de sociétés plus traditionnelles s'attachaient à la survie et à la préservation de ce qui était considéré comme bon. La modernité c'est donc l'idée que tout peut être amélioré par le progrès, et que l'histoire a une direction, celle de l'amélioration des conditions humaines. La transmission et l'accumulation du savoir, qui ont pris de l'ampleur à l'époque de la Renaissance, permettent une évolution de la connaissance scientifique. Le progrès est donc le développement de la structure, dans le but d'améliorer les conditions humaines. Pourtant, dans le discours capitaliste médiatisé, les notions de développement d'une structure et de progrès sont largement confondues. (Victor, 2008)

Le « développement » implique alors la notion de croissance, et la notion de croissance est associée presque automatiquement à l'économie et donc à l'augmentation du PIB. La croissance économique est donc définie par l'augmentation de la production de biens et services sur une période donnée, en comparaison à une période égale antérieure, et souvent calculée par région. Ce que l'on définit comme l'impératif de croissance devient une notion essentielle de l'économie mondiale au 20<sup>e</sup> siècle (Beaud, 2010), car si la croissance n'était un phénomène nouveau pour l'humanité, la première révolution industrielle enclenche une accélération sans précédent de celle-ci. Il est possible de montrer cette accélération avec les chiffres suivants. La production globale a été multipliée par 6 entre 1000 et 1820, puis multipliée par 49 entre 1820 et 1998. (Harribey, 2004)

Le cercle de la croissance économique théoriquement infinie est alimenté par des mécanismes de production et de consommation bien ancrés. En ce qui concerne le milieu industriel, le 20<sup>e</sup> siècle amène une amélioration et une démultiplication des chaînes de montage automatisées. La gestion du travail, qui deviendra une discipline à part entière, permet encore d'augmenter les échelles de production. Henry

Ford va aller plus loin que l'organisation taylorienne du travail et met en place une organisation scientifique du travail. Celle-ci s'appuie sur une hyperspécialisation, des chaînes de montage optimisées, une ingénierie de pointe et une amélioration des conditions des salariés dans une logique d'améliorer la performance. L'amélioration des méthodes de production entraîne une baisse des coûts, combinée à une augmentation du nombre de salariés et à l'augmentation des salaires, qui vont ouvrir de nouveaux marchés pour les biens de consommation de masses. L'augmentation des rendements va aussi amener une surproduction de la part des entreprises et inciter les états à exporter ce surplus. (Beaud, 2010; Chessel, 2012; Schumpeter, 1951; Rioux, 1971)

La croissance industrielle est alimentée par la demande des marchés mondiaux, et le commerce devient un système mondialement connecté. Les indicateurs comme le PIB viennent encore accentuer la force de l'obligation de croissance pour les entreprises et les états. Celui-ci est calculé par l'équation :

$$\text{PIB} = C + G + I + (X - M)$$

Les indicateurs « C » et « G » correspondent respectivement aux dépenses de consommations et aux dépenses publiques courantes. Le « I » indique les investissements publics et privés, et la différence X-M correspond aux exportations moins les importations du pays, soit la balance commerciale. La croissance du PIB est assimilée à une amélioration du niveau de vie, ce qui n'est pas un fait toujours vérifié. Cette mesure de l'économie a d'abord été utilisée dans sa forme simplifiée par des économistes américains à qui Roosevelt avait demandé d'évaluer la capacité de l'économie américaine à supporter l'entrée du pays dans la Seconde Guerre mondiale. Les accords de Bretton Woods de 1944 vont imposer le PIB comme mesure du progrès économique, l'objectif de cette généralisation de l'indicateur était de limiter la volatilité des taux de change et les pratiques commerciales discriminatoires. Ces deux aspects d'insécurité économique ayant fortement joué dans le déclenchement de la Seconde Guerre mondiale. (Beaud, 2010; Constanza, 2009)

La Seconde Guerre mondiale modifie l'ordre économique, mais la prédominance des pays industriels n'est pas remise en cause. L'économie est impactée par la guerre dans les grands pays d'Europe, mais les moyens de production ne sont pas trop détruits. Néanmoins, la richesse des États-Unis éclate en 1945 par l'impact économique du pays dans la reconstruction de l'Europe et la relation de dépendance implantée par le Plan Marshall. Les États-Unis ont des ressources, une industrie efficace et des politiques d'exportations agressives. Les débouchés sont assurés par l'aide économique, et le 20 janvier 1949, Harry Truman, alors président des États-Unis, inaugure selon ses mots le début de « l'ère du développement ». Les marchés européens sont inondés par les produits américains. De plus, la fin de la décolonisation

entraîne une perte de certaines réserves de matières premières, ce qui affaiblit l'influence de l'Europe. Il y a également une augmentation des échanges internationaux et l'ouverture générale des frontières, même si la situation politique reste tendue. Au Canada, le travail industriel est à son apogée en 1950. (Berstein, Milza, 1996c; Anastakis, 2019; Jacques 2015)

Ces politiques économiques veulent redresser le modèle capitaliste impacté par la crise de 1930. Le libéralisme n'est plus vu comme un mécanisme totalement efficace et l'encadrement et l'intervention de l'état se fait plus présente pour « ordonner le capitalisme ». (Berstein, Milza, 1996c, Beaud, 2010)

Après la reconstruction, les pays capitaliste entrent dans les « trente glorieuses », période d'exceptionnelle prospérité économique. Le pétrole rend beaucoup d'aspects du commerce mondial plus rapide et plus facile, comme les transports, la production d'objets en plastique à faibles couts ou encore la pétrochimie qui devient omniprésente (cosmétiques, engrais, produits d'entretien). Cela entraîne une augmentation de la consommation comme jamais auparavant. La financiarisation de l'économie augmente les échanges monétaires et facilite les investissements et les échanges entre pays. La technologie se développe et accélère encore la consommation. Les firmes deviennent de plus en plus grandes, multibranches, multinationales et surtout très riches. Elles investissent, se diversifient et réalisent des économies d'échelle, sur le cout des matières premières, les couts de transformations et surtout les couts de main-d'œuvre. L'accumulation de capital et la présence des plus grosses entités en bourse augmentent encore les investissements et leur phénomène de croissance. Au Canada, la même dynamique est en cours, notamment au Québec et en Ontario, les autres provinces étant encore très axées sur les ressources naturelles.

Le niveau de vie « théorique » des individus augmente, associé plus que jamais à la croissance économique et au progrès social. La désindustrialisation des pays développés commence dans les années 1960, aux profits des NPI. L'économie se déplace vers les services et le commerce, vers la finance et la banque, mais toujours dans une logique d'accumulation. Les pays accumulent les dettes étatiques. Le capitalisme est à son apogée, mais plusieurs problèmes sont présents, ils seront détaillés dans le paragraphe suivant. (Beaud, 2010; Anastakis, 2019; Berstein, Milza, 1996c)

### **Les crises et les inégalités**

Le 20<sup>e</sup> siècle est ponctué d'épisodes compliqués pour le modèle capitaliste. Certaines grandes crises montrent les limites du modèle.

La crise mondiale des années trente est violente pour tous les pays industrialisés. Les sources de cette crise restent peu comprises, mais la baisse rapide des cours mondiaux et du commerce impacte fortement les économies nationales et entraîne du chômage. En 1933, un tiers des Canadiens est au chômage. Les régions les plus touchées sont celles qui dépendent de l'extraction ou de l'agriculture. Cette crise amène des conditions favorables à la Seconde Guerre mondiale, mais également la naissance d'un mouvement social dans plusieurs pays. La critique du système capitaliste et de l'industrialisation est importante durant cette crise. (Beaud, 2010; Anstakis, 2019; Rioux, 1971)

Une seconde période de crise et de dépression commence en 1973, celle-ci marque la fin d'un cycle de croissance effrénée. Les économies qui dominaient font maintenant face à des puissances émergentes, ce qui redistribue les pouvoirs sur les marchés et les forces productives. Les nouvelles technologies changent aussi la donne. De plus, les salariés voient leurs conditions se dégrader à cause de la concurrence, alors même que leurs « besoins » de consommation ont explosé dans les années précédentes. Les rythmes de travail intensif ne correspondent plus à la vision sociale des pays développés, où les salariés n'acceptent plus les conditions de travail. La machine est omniprésente et bien qu'elle améliore parfois les conditions de travail, elle impose aussi des rythmes intensifs et nécessite une rentabilité élevée pour être amortie (Beaud, 2010; Rioux, 1971).

La crise financière de 2008 s'étend dans le monde entier par la force des interconnexions des marchés, et les individus et institutions prennent un peu plus conscience de la fragilité des systèmes en place. La valeur des biens et services est absolument déconnectée des réalités physiques et sociales. L'augmentation démographique et l'accroissement des inégalités engendrent des crises alimentaires. (Meignen, 1990)

Le début du 21<sup>e</sup> siècle est alors le théâtre de nombreuses crises politiques, financières, alimentaires, idéologiques. C'est aussi une époque où les tensions autour des ressources naturelles s'exacerbent. La crise environnementale globale auquel le monde fait face vient impacter toutes les économies et amène une insécurité générale. Si le capitalisme est le modèle majeur des derniers siècles, il semble que ces limites se dessinent plus précisément que jamais dans le contexte d'instabilité actuel. (Beaud, 2010; Rioux, 1971)

### **Les ressources naturelles dans l'équation**

Le principe de l'ultradivision du travail amène une distance physique et géographique entre les marchés et la nature. Le principe de marchandisation de la nature est central dans l'économie capitaliste. Celui-ci implique de transformer en marchandise une ressource naturelle et commune qui n'avait initialement pas

de valeur. Ce principe implique une composante technique ainsi qu'un cadre juridique pour définir les actions de privatisation ou de mise en commun des richesses naturelles. Cette appropriation de la nature et du vivant modifie la société et l'économie de façon majeure. Le développement du capitalisme repose essentiellement sur la construction de marchés nouveaux, sur l'accroissement continu de la consommation ou de la valeur ajoutée. Cette nouvelle société industrielle basée sur la consommation a augmenté les pressions environnementales. Les pollutions des activités humaines ont des conséquences qui modifient l'équilibre physicochimique de la planète. (Fressoz, Graber, Locher, Quenet, 2014; Beaud 2010)

Après l'épuisement des stocks facilement accessibles dans les pays développés, l'extraction se déplace vers les pays sous-développés de façon très marquée. À l'heure actuelle, les pays du Sud sont un exemple frappant et dérèglementé de l'extractivisme. Les pollutions sont déplacées vers ces pays et le paysage se dégrade. Les facteurs classiques de la croissance semblent justifier une exploitation des ressources. En effet, les arguments autour de ce modèle capitaliste d'exploitation de la nature sont les solutions rapides d'emplois et une diminution de la dette des états. La pertinence même de l'extractivisme n'est que peu remise en question, au profit d'approches purement capitalistes comme l'allocation des ressources engendrées et la temporalité de l'extraction. (Abraham, Murray et al., 2015; Beaud, 2010)

## **2. LA SITUATION ENVIRONNEMENTALE À L'HEURE ACTUELLE, ENTRE ACCÉLÉRATION ET DÉFIS**

Le 22 juillet 1969, la ville de Cleveland aux États-Unis est marquée par un accident qui va alerter l'opinion publique sur l'état de l'environnement. Dans cette ville fortement industrialisée du nord-est des E.U., coule la rivière Cuyahoga dans laquelle les usines déversent de nombreux polluants. Elle est remplie de produits chimiques, de déchets de toutes sortes, de carcasses de voiture, de résidus d'huile et de pétrole. Si bien qu'à l'été 1969, elle est de nouveau sujette à un incendie. La rivière brule, et à travers une forte médiatisation, cet événement va marquer les esprits. Pourtant, ce n'est pas la première fois que cette rivière brule, car entre le 19<sup>e</sup> et le 20<sup>e</sup> siècle, plus de treize incendies ont été recensés. De plus, la rivière est à ce moment de l'histoire une zone morte depuis plusieurs décennies, où la faune et la flore aquatique est quasi-inexistante, et d'où la chaleur de l'été fait émaner du méthane. À la suite de cet incident, et de nombreux autres similaires, le Clean Water Act est signé en 1972. L'Agence américaine de protection de l'environnement a, elle, été créée en 1970. (Adler, 2002)

La prise de conscience mondiale dont la date de début peut être associée à la tenue du Club de Rome en 1972 semble donc être réellement enclenchée. Seulement, l'activité humaine ne ralentit pas et les dates butoirs semblent se rapprocher. De nombreuses théories sur l'effondrement du système actuel ont de plus en plus d'échos et les actualités environnementales augmentent l'impression d'urgence. La réactualisation de 2004 du rapport initial du Club de Rome est sans équivoque, les tendances sont pour la plupart vérifiées et l'année 2019 est le théâtre de nombreux records de chaleurs et de catastrophe. (Meadows et al., 2004; Foucart, 2019, 15 aout) Il est important de noter que d'autres prédictions se sont avérées fausses grâce à l'émergence de nouvelles pratiques ou connaissances. Même si les indicateurs restent des informations segmentées sur la réalité, ils permettent d'avoir une idée générale des tendances de l'environnement.

Dans ce chapitre, les notions d'urgence climatique, de limites planétaires et d'anthropocène permettent de bien cadrer l'ampleur des défis actuels. Ensuite, les impacts du milieu industriel montrent l'importance d'un changement des pratiques.

### **2.1 Urgence climatique et limites planétaires**

#### **Urgence climatique**

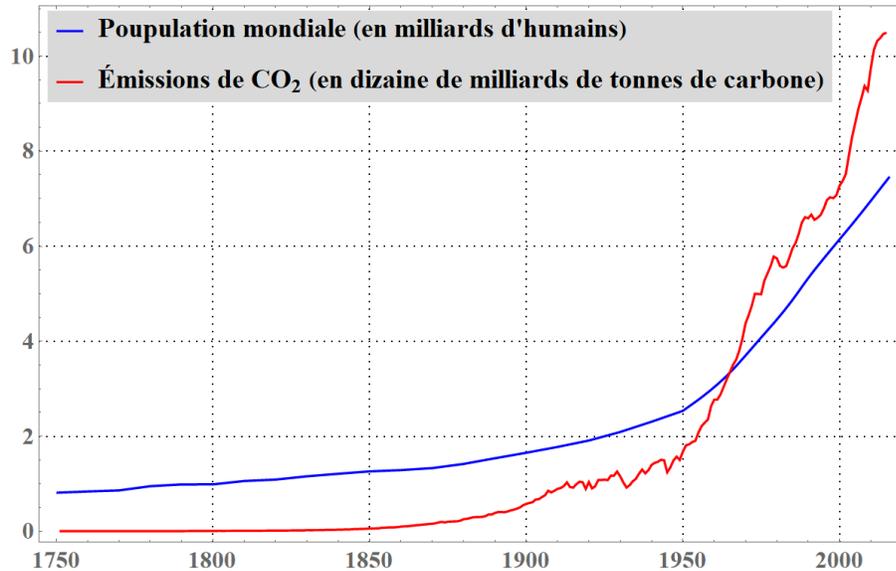
L'humanité semble avoir atteint un point où la planète Terre n'arrive plus à supporter sa présence et ses activités. La population mondiale a été multipliée par six depuis la première révolution industrielle. Il y avait, en effet, 1 milliard de personnes en 1820, 2 milliards en 1925, pour atteindre 6 milliards en 1999.

Après l'évolution de la structure sociale des 19<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> siècles, 50 % de la population a un mode de vie citadin, et ce pourcentage ne cesse de croître. (Mathieu, 2005) Si la population mondiale augmente, son impact sur la planète devient une évidence plus les années passent. En divisant la biocapacité de la planète par l'empreinte écologique de l'humanité, rapportée sur une année, l'organisation Global Footprint Network illustre cet impact. Ces chercheurs démontrent que l'humanité épuise toutes les ressources renouvelables disponibles pour l'année 2019 en moins de 8 mois. En 1970, ce jour du dépassement était le 30 décembre. (Global Footprint Network, 2019)

Le climat est un sujet particulièrement sensible. En effet, ces dernières années ont connu de nombreux sommets, cris d'alarme, et constats sur les changements climatiques. L'année 2018 a connu l'été où l'Arctique a vu sa température moyenne augmenter de plus de 3 degrés. Outre la fonte des glaces et l'augmentation du niveau des mers, cette information vient bouleverser les cycles biogéophysiques du climat. Les boucles de rétroactions, soient l'ensemble des interactions entre l'atmosphère, l'hydrosphère, la biosphère, la lithosphère, vont être modifiées de façon inédite, et les impacts cumulés sur l'humanité deviennent impossibles à prévoir. La question de l'urgence climatique est universelle, car si l'homme parle de sauver la planète, c'est surtout l'humanité qu'il faut sauver. En effet, la planète s'est remise des différentes crises qui ont ponctué son histoire géologique, mais les conditions de vie actuelles de l'humanité sont fortement remises en cause par l'impact des activités humaines sur la planète. (Global Environment Outlook 4, 2007; AMAP, 2017)

### **Limites planétaires et anthropocène**

À partir de 1950, les activités humaines connaissent une grande accélération. En un peu plus de cinquante ans, l'humanité est devenue une force géologique à l'échelle de la planète. Le terme « anthropocène » est introduit par Paul Crutzen, prix Nobel de chimie en 1995. Ce terme associe les mots grecs « homme » et « récent » et souligne que l'influence des activités anthropiques sur le système terrestre est désormais prépondérante. Cette nouvelle ère géologique n'est pas encore un consensus mondial, notamment à cause des désaccords sur la date de début de celle-ci. Certains veulent la faire commencer en 1800 avec la révolution industrielle, néanmoins, tous s'entendent pour dire que les processus biogéochimiques qui la caractérisent se sont précipités au milieu du 20<sup>e</sup> siècle. (Steffen, Crutzen, McNeill, 2007; Steffen et al., 2007; Testot, 2011; Larrère, 2015). La grande accélération des émissions de CO<sub>2</sub> est visible sur la figure 2.1.



**Figure 2.1 Évolution des émissions de CO<sub>2</sub> entre 1750 et 2000** (tiré de : Global Footprint Network, 2019)

Le rapport sur les « Planete Boundaries », datant de 2009 et mis à jour en 2015, illustre à quel point la Terre est dans un état critique. Ce modèle développé par le Stockholm Resilience Center, offre un cadre quantitatif sur l'urgence environnementale. Ces « limites planétaires » représentent l'espace dans lequel l'humanité peut encore opérer de façon viable. Dépasser ces limites où trop s'en approcher causerait des impacts cumulatifs exponentiels. Au-delà de ces niveaux, les cycles biogéochimiques de la planète seront modifiés de façon drastique. Les experts ont pu identifier neuf limites, dont sept quantifiables, les autres étant des projections, dont la quantification scientifique est pour l'instant trop variable. Les sept quantifiables sont : les changements climatiques (concentration atmosphérique du CO<sub>2</sub> en partie par million (ppm)), la perte de biodiversité, les changements dans les cycles chimiques de l'azote (N) et du phosphore (P), les changements dans l'utilisation des terres (déforestation et perte de milieux naturels), la pollution et la perturbation du cycle de l'eau, l'acidification des océans et la perte de l'ozone stratosphérique. En ce qui concerne les limites insuffisamment déterminées, il s'agit de la pollution chimique par intrant de substances artificielles et du chargement de microparticules nuisibles dans l'atmosphère (par région). Ce rapport est important, car le secteur industriel est une cause de perturbation pour certaines de ces limites. En effet, les activités industrielles impactent de façon directe les cycles de l'eau, du CO<sub>2</sub>, de l'azote, du phosphore ainsi que de nombreuses pollutions atmosphériques. Elles sont donc pour beaucoup dans l'atteinte et le dépassement de ces limites. Autre point important, ce rapport illustre l'aspect urgent des changements nécessaires pour rectifier la situation. (Rockström et al., 2009; Stockholm Resilience Center, 2015).

En 2015, Steffen et ses coauteurs publient un rapport sur le processus de l'anthropocène. Les indicateurs étudiés sont répartis en deux groupes « tendances socioéconomiques » et « tendances du système Terre ». Cela permet de comparer, pour la période 1750 à 2010, les évolutions de la population, de la croissance économique, des transports et de l'usage de l'eau. Les données biophysiques ont également été mise en parallèle avec celles du 18<sup>e</sup> siècle. (Steffen et al., 2015)

La période étudiée est particulièrement pertinente puisqu'elle correspond à l'ensemble de l'ère industrielle. La présence de l'espèce humaine sur terre a toujours eu des impacts sur l'environnement, mais il y a une incomparable augmentation du rythme et de l'ampleur de ces perturbations par rapport aux derniers millénaires. Même si les analyses ne concernent pas que les impacts de l'industrie, elles montrent bien la corrélation entre les activités humaines (consommation et production de biens), qui sont multipliées par la taille de la population et l'état de la planète. La majeure partie des indicateurs « tendances socioéconomiques » et « tendances du système Terre » augmentent de façon sans précédent à partir de 1950, ce qui crée un lien direct entre la pression de l'humanité et le dépassement de la capacité de support des écosystèmes. (Steffen et al., 2015)

Le rapport précise aussi que les pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) possédaient en 2010 presque trois quarts de la richesse pour 18 % de la population mondiale. Ce constat est pertinent dans l'analyse actuelle, car ce sont les premiers pays à s'être industrialisés pour la plupart. De ce fait, l'importante responsabilité de ces pays et de leur modèle de développement devient indéniable dans le phénomène d'anthropogénéisation de la planète. (Steffen et al., 2015)

### **Urgence environnementale**

Pour illustrer l'urgence, deux limites quantifiables ont déjà été dépassées. Ainsi, le cycle de l'azote a atteint le point critique, et la sixième extinction des espèces est en cours avec une perte massive de la biodiversité. Plusieurs rapports alarment sur la rapidité de l'extinction en cours, sur le nombre d'espèces menacées, et sur l'importance de ces disparitions dans la chaîne trophique. (Rockström et al., 2009; Leakey & Lewin, 1995) Le rapport de 2015 fait également état du dépassement du point de basculement des changements climatiques. (Stockholm Resilience Center, 2015)

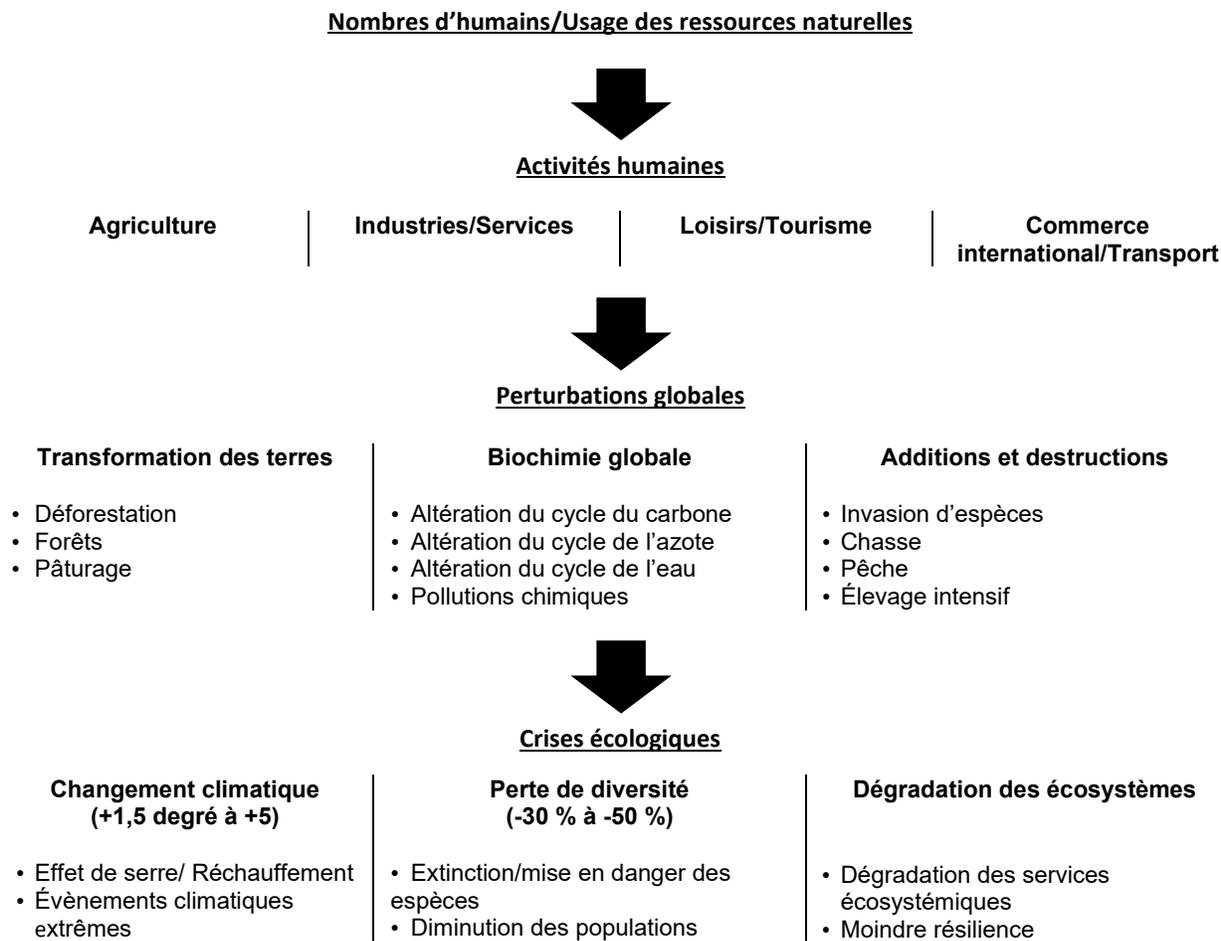
Bien que ces limites soient difficiles à établir de façon précise, il est indéniable que les boucles de rétroaction dans lesquelles elles prennent place ont toutes un impact sur l'intégrité de la biosphère. Même si certains indicateurs ralentissent depuis le début du 21<sup>e</sup> siècle, comme le taux de croissance de la

population mondiale et la taille de la déplétion dans la couche d'ozone, les autres continuent d'augmenter à un rythme effréné. (Testot, 2011)

Cet état des lieux amène les scientifiques et intellectuels à se poser des questions essentielles sur l'avenir, notamment sur la capacité de l'humanité à découpler ses activités économiques (et donc productives) et son impact sur l'environnement. Il est certain que l'inégalité mondiale accentue les impacts de ces changements sur une partie de la population plutôt qu'une autre. D'autres théoriciens et scientifiques parlent d'une impasse, et même d'un grand effondrement à venir, avec comme horizon décisif la très proche date de 2050. (Steffen et al., 2015)

## **2.2 Impacts plus précis de l'industrie et enjeux canadiens**

Le secteur industriel est interrelié à plusieurs autres comme les transports et les services. Les impacts environnementaux de la production d'un bien sont causés par l'ensemble de son cycle de vie. Si la gestion et la législation autour de ces derniers se sont grandement améliorées dans les pays industrialisés, les pays en développement ne sont pas tous au diapason. Dans certains de ces pays, les activités illégales n'ont aucune conséquence et leurs dommages sont souvent irréparables. L'industrie et ses perturbations environnementales doivent être pensées de façon systémique pour essayer d'appréhender au mieux l'ensemble de ses implications. Par exemple, la principale source de pollution atmosphérique de l'industrie provient du secteur énergétique et de l'approvisionnement des autres secteurs. (Global Environment Outlook, 2007)



**Figure 2.2 Impact général des activités humaines** (inspiré de : Laurent et Le Cacheux, 2015)

La figure 2.2 montre bien que la question environnementale est étroitement liée à l'impact des activités humaines, dont l'industrie fait partie. Dans les dernières décennies, l'industrie a été confrontée à de nombreux défis comme la raréfaction des ressources, la législation environnementale, l'instabilité économique ou encore la gestion de la pollution.

Les industries déversent chaque jour des centaines de substances dans les systèmes hydriques. Une goutte de pétrole peut rendre jusqu'à 25 litres d'eau potable impropres à la consommation, tout comme un unique gramme de biphényles polychlorés (BPC) a le potentiel de rendre impropres à la vie aquatique jusqu'à un milliard de litres d'eau. L'industrie en général pollue beaucoup, notamment l'extraction minière, le textile, la chimie, cela dit, l'agriculture est le secteur le plus polluant pour l'eau. Les secteurs de la troisième révolution industrielle, celle de l'électronique et d'internet, engendrent leur lot de pollution, parfois imperceptibles par les individus, et émettent beaucoup de GES en raison de l'utilisation d'énergie et de pollution induite par les composantes des appareils électroniques. (Pierre Chevalier, 1995) Les

problèmes des déchets sont nombreux, notamment avec la contamination par des déchets de l'industrie chimique, les résidus non traités, le déplacement des déchets dans des régions moins développées. Le développement de la production de produits chimiques dans des pays avec moins de contrôles a d'énormes impacts sur l'environnement. Le déplacement dans d'autres pays des impacts environnementaux s'est aggravé avec la mondialisation, et de nombreux pays ont profité de cette opportunité pour faire traiter tous les déchets potentiellement toxiques dans des régions où la protection des populations et des écosystèmes n'est pas prioritaire. (Global Environment Outlook 4 : Environment for Development, 2007). Les catastrophes environnementales (perte d'habitat pour la faune, inondations, contaminations aux métaux lourds, les marées noires), qui ont comme origine l'industrie de l'extraction primaire, sont également des points cruciaux de l'impact du secteur sur la planète. (Pierre Chevalier, 1995)

### **Enjeux des états et situation canadienne**

Au milieu des années 1970, et malgré les alertes lancées par la communauté scientifique, les politiques publiques canadiennes et plus largement mondiales pensaient que les coûts attribués à la protection de l'environnement nuiraient à la croissance et à la compétitivité des entreprises. Finalement, l'expérience prouve l'inverse, la baisse des dépenses de remise en état et de protection ainsi que les biens et services connexes ont généré une activité économique appréciable. Les inégalités dans le traitement sont mondiales. Les états les plus démunis ont tendance à choisir les méthodes de production les plus polluantes, car moins coûteuses. Les investissements pour la protection de l'environnement sont aussi plus difficiles pour ces pays, et ce malgré une volonté parfois forte d'améliorer les choses. De plus, ce sont souvent des pays où l'économie est dépendante de l'extraction de ressources naturelles. Ceux-ci font face à une forte concurrence. L'amélioration des techniques pour des raisons sociales et environnementales vient augmenter les coûts de production et leur faire perdre des parts de marché, alors qu'ils dépendent de ce marché sur le plan économique. Il est important de noter que cette industrie est souvent administrée par des compagnies étrangères qui font du colonialisme économique. (Pierre Chevalier, 1995; Beaud, 2010) Le Canada est à la fois un pays très dépendant de l'extractivisme en interne, mais également dans sa politique d'investissements étrangers. Cette double contrainte pèse sur les décisions en matière de protection environnementale, alors que le pays possède des ressources importantes en eaux et en territoire qu'il s'agirait de protéger. Les puissances industrielles doivent tenir compte des contraintes dont l'importance s'accroît depuis une vingtaine d'années : la pollution, les déchets, l'épuisement des matières premières et des sources d'énergies fossiles, la méfiance de l'opinion publique. (Goussot, 1998, Gemenne, 2015.) Malgré l'urgence environnementale, il semble que la question soit plus souvent de limiter les

dégâts que de les éviter en choisissant de ne pas alimenter la machine productive. La corrélation entre les besoins réels de la société et les dérives de l'économie capitaliste se pose aussi dans les décisions politiques inhérentes aux matières premières. (Abraham, Murray et al., 2015)

Le jour du dépassement du Canada a eu lieu le 18 mars 2019, de quoi se poser la question sur le caractère soutenable du modèle actuel de la société canadienne. (Global Footprint Network, 2019) L'enjeu au Canada, en plus des enjeux mondiaux, est de sortir du piège de l'économie primaire qui n'est qu'un enchaînement de solutions économiques à court terme avec des impacts environnementaux dévastateurs. (Abraham, Murray et al., 2015) Le Canada est un pays dont l'économie est basée sur l'ultraconsommation. C'est en plus un des trois plus grands producteurs de déchets au monde, avec 777 kg de déchets solides par personne et par année, devant les États-Unis. (Verisk Maplecroft, 2019)

### **Enjeux des ressources naturelles**

La question de l'approvisionnement en énergie et en ressources naturelles est centrale dans l'activité industrielle. Néanmoins, comme expliquée précédemment, l'énergie pollue. Les technologies ont besoin de toujours plus de matières premières. Plus de machinerie engendre plus d'extraction et donc plus de destruction des écosystèmes. La multiplication des procédés a engendré de nombreux contaminants et a altéré la qualité de l'environnement. De plus, les besoins en énergie des pays développés sont très importants. L'Amérique du Nord consommait en 2007 24 % de l'énergie primaire globale pour seulement 5 % de la population. (Global Environment Outlook 4, 2007)

L'état des ressources naturelles devient très préoccupant. L'accès aux réserves n'est plus assuré pour plus de 50 ans si la consommation continue selon une courbe ascendante. L'extraction cause des attaques énormes au paysage et à l'environnement, ainsi que des conséquences directes sur la biodiversité. De plus, cela représente un enjeu d'acceptabilité sociale, les populations s'opposent de plus en plus à des projets d'hydrocarbures, de transport de gaz et d'exploitation minière. (Fortin et Fournis, 2014; Habib, Hamelin, Wenzel, 2016)

Les ressources comme l'eau, le sable et le pétrole sont des ressources stratégiques qui cristallisent de nombreux enjeux politiques, économiques et environnementaux. Les éléments terres rares sont également devenus des minerais essentiels pendant la troisième révolution industrielle et ils sont nécessaires dans de nombreux procédés de la transition énergétique. La consommation moyenne de ces éléments est passée de 73 kg/an en 1920 à 395 kg/an en 2009. Cette augmentation corrèle avec une

croissance de l'intensité matérielle de nos sociétés et le développement des technologies complexes. (Christman, 2011)

La question des ressources naturelles est très rattachée à la question de la propriété privée. En effet, la privatisation des ressources naturelles entraîne une exploitation de celles-ci qui oublie souvent la notion de bien commun. Certains prônent la privatisation des biens communs pour les sauvegarder, ce qui restent encore ici une solution capitaliste. Dans une époque de tensions autour de l'avenir de la planète, la préservation de la nature et son aspect de responsabilité commune sont entravés par la privatisation excessive des ressources naturelles. (Abraham, Murray et al., 2015)

### **3. LES THÉORIES ET MODÈLES ALTERNATIFS À LA CROISSANCE**

L'incapacité des théories économiques dites classiques à raisonner en intégrant les limites biophysiques de notre planète a amené un certain nombre d'intellectuels à chercher des alternatives. (Abraham, Murray et al., 2015) Ce chapitre explique les bases sur lesquelles sont fondés les modèles économiques de décroissance et en quoi ces modèles auraient de nombreuses conséquences pour l'industrie. De plus, il soulève les enjeux environnementaux et sociaux généraux de la décroissance potentielle afin de les intégrer dans l'analyse des alternatives du chapitre quatre. Une courte explication de la relation entre les concepts de la thermodynamique et de la biologie en lien avec l'environnement par rapport aux réflexions en économie écologique sera également faite. Ce chapitre sert aussi à montrer les critiques de ce modèle afin d'augmenter la faisabilité et la crédibilité des recommandations ultérieures.

#### **3.1 Origines et définitions des théories d'économie écologique**

Cette première partie s'attarde sur les étapes de l'émergence de l'économie écologique et les différentes théories qui entourent le terme « décroissance » afin de donner un cadre aux analyses postérieures.

##### **3.1.1 Quelles sont les critiques de la naissance de nouveau paradigme ?**

Les limites planétaires présentées plus haut montrent que les activités humaines ont modifié les conditions de vie sur Terre pour les hommes, mais aussi pour l'ensemble de la biosphère. L'économie linéaire de marché s'est développée, mondialisée, et teinte maintenant toutes les sphères de la vie humaine moderne. Bien que ce modèle économique et ce modèle de production aient permis à de nombreuses sociétés d'évoluer à des vitesses impressionnantes, certains aboutissements de ces évolutions semblent être très problématiques. La plus récente crise a éclaté en 2008, entraînant de nombreuses répercussions mondiales. Cette crise financière, comparable à la grande dépression des années 1930, a entraîné tous les secteurs dans une crise multiple et mondiale (hausse des prix du carburant, des matières premières, de plusieurs denrées alimentaires) (Beaud, 2010; Attali, 2006; Barbier, 2012)

Afin d'appuyer la réflexion de nouveaux paradigmes, les principes du modèle capitaliste néoclassique critiqué peuvent être simplifiés avec la description suivante. Le modèle de production linéaire a pour vocation de maximiser le développement, mais surtout la croissance. La croissance économique est considérée comme indissociable de l'amélioration du bien-être et comme marqueur du progrès. La question de la propriété est très individualisée, la liberté individuelle est une notion essentielle et elle s'applique au marché. Ainsi, le système institutionnel n'est pas interventionniste sur les marchés ou l'est très peu. Les biens et services ont une valeur marchande, qui dépend des fonctions d'offres et de

demandes dans une logique de concurrence. La production doit donc être innovante, minimiser les coûts grâce aux progrès techniques et être rentable. Les investissements doivent, eux aussi, être faits dans la recherche d'optimisation du profit. Cette logique pousse à développer des circuits de production et de distribution mondiaux pour réaliser le maximum d'économies d'échelles. Une économie d'échelle désigne la diminution des coûts moyens de productions qui découlent de l'augmentation des quantités produites et de la diminution des facteurs de production à chaque étape. Le raisonnement capitaliste entraîne une complexification générale de l'économie mondiale. (Gagné, 2018; Beaud 2010) En outre, la croissance est basée sur le fait que le profit stimule l'investissement et l'innovation. Les processus de concurrence et de destruction créatrice amènent de nouveaux produits qui modifient l'offre et la demande de façon itérative. Ces cycles sont stimulés par la consommation, mais également par toutes les structures sociales mises en place depuis la révolution industrielle. L'individu est un consommateur duquel dépend toute la logique de développement. Sa capacité économique à consommer et les besoins d'améliorer constamment son niveau de vie sont des comportements stimulés par la structure de la société. La croissance est donc considérée, par les économistes classiques, comme apportant le progrès. (Jackson, 2017; Schumpeter, 1951)

Ce paradigme dominant semble avoir atteint certaines limites. D'une part, les crises économiques qui ont ponctué le 20<sup>e</sup> et le début du 21<sup>e</sup> siècle montrent qu'il comporte des lacunes purement économiques. Entre autres, les crises inflationnistes et les crises de ressources peuvent être citées. Ces crises purement financières ont été déclenchées en raison de la recherche constante de bénéfices et de l'exploitation des failles du marché. Ces limites internes concernent les dynamiques du processus d'accumulation de capital et les interactions structurelles de la production, de la consommation et de la distribution. Ce sont ces limites internes qui mènent l'économie vers des cycles de variation comme les récessions, les dépressions, la stagnation. Ces basculements appuient le fait que les mécanismes économiques sont instables. De plus, les inégalités sociales ne cessent de croître, allant au même rythme affolant que l'augmentation démographique. La mondialisation semble pousser tous les pays vers ce modèle, et certaines sociétés sont contraintes de suivre le rythme. (Cohen, 2006; Klitgaard et Krall, 2011) L'économiste Peter Jackson (2017) montre dans son livre que même si le PIB par habitant suit effectivement la courbe de l'espérance de vie moyenne, les deux ne connaissent pas d'évolution parfaitement identique.

Au-delà de l'amélioration initiale des conditions de vie, la croissance économique semble également avoir été moins pertinente que prévu dans l'augmentation du bien-être des sociétés. Si cette affirmation est très critiquable, certains indicateurs l'appuient. En effet, le PIB par habitant n'est pas en corrélation réelle avec

le bonheur et le progrès selon le Genuine Progress Indicator (GPI) et le Subjective well-being (SWB), deux indices alternatifs qui recherchent une meilleure représentation des enjeux socioéconomiques. Jackson explique également qu'au-delà d'un certain seuil de revenu, l'apport en bien-être par ajout de revenu marginal diminue. (Daly et Cobb, 1989, Jackson, 2017)

D'autre part, le principe de croissance infinie dans un monde fini devient une absurdité. L'état de l'environnement présenté au chapitre précédent est alarmant et la croissance de l'économie, par le repoussement de ses limites internes aux dépens des limites externes, ne pourra plus être une solution envisageable. (Daly, 1992; Klitgaard et Krall, 2011).

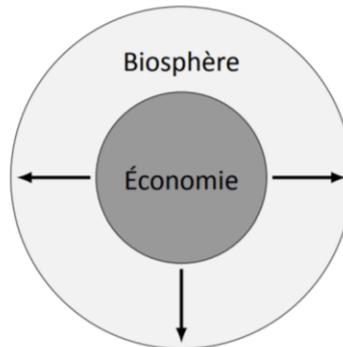
Outre le fait que les ressources s'épuisent, le point de basculement critique pour la stabilité de la société humaine se produira, selon le rapport de 1972 du Club de Rome, lorsqu'il sera devenu trop difficile d'extraire les ressources. Le rapport entre l'énergie obtenue par une ressource et l'énergie dépensée pour y accéder a beaucoup diminué ces dernières années, donc l'énergie et les matières premières coûtent plus cher. (Meadows et al., 2004) L'augmentation de l'extraction des ressources à un plus grand rythme que leur renouvellement vient augmenter la destruction des systèmes naturels. (Jackson, 2017)

Le processus économique possède des instabilités internes et entraîne des conséquences sur l'environnement qui s'accéléreront probablement une fois les limites critiques identifiées atteintes. La notion de capital qui entraîne la croissance et l'expansion de l'économie se heurte aux limites biophysiques de la planète Terre. Un nouveau paradigme contre la croissance, nécessitant de destituer inéluctablement le modèle capitaliste, semble inévitable pour éviter une combinaison de crises économiques et environnementales. Cette nouvelle vision du progrès et de l'émancipation pour l'ensemble des êtres humains pourrait exister sans impératifs de croissance. (Jackson, 2017)

### **3.1.2 L'économie environnementale et la question du découplage, un premier pas**

La distinction entre l'économie environnementale et l'économie écologique est importante. L'épuisement des ressources et la dégradation de l'environnement ont poussé les économistes à se poser la question de la disponibilité des ressources naturelles. La distribution de celles-ci et les pénuries pouvant engendrer une baisse de la croissance; des théories ont vu le jour. La question de l'économie de l'environnement sera explorée dans cette section. Quant à l'économie écologique et au courant de la décroissance, ils feront l'objet d'une autre section de ce chapitre.

Les économistes de l'environnement s'attaquent essentiellement à optimiser le capital naturel, sans remettre en cause la croissance économique. La biosphère est une limite à l'économie, mais l'économie s'attache à s'étendre et optimiser toutes les ressources disponibles (figure 3.2).



**Figure 3.1 Schéma du paradigme de l'économie de l'environnement** (tiré de : Pineault, 2013)

La notion du découplage est particulièrement centrale, ainsi que le principe de substituabilité des facteurs. L'évolution technologique est une solution censée permettre à la croissance économique de continuer tout en limitant drastiquement l'impact écologique des activités humaines. L'économie de l'environnement est donc une science de la gestion de la rareté et de la prise en compte des externalités. Parmi les solutions les plus couramment proposées : la taxation, la régulation de l'extraction, l'allocation des ressources et l'évolution technologique. (Pineault, 2013)

Le découplage repose sur la notion que chaque nouvelle unité économique doit avoir des impacts limités sur la biosphère. Le découplage absolu est effectif quand la consommation de ressources diminue par rapport à son niveau précédent, indépendamment des fluctuations de la croissance. Le découplage relatif correspond à une diminution de l'intensité, c'est-à-dire que l'impact de chaque nouvelle unité économique est inférieur à la précédente. Le découplage relatif ne diminue pas l'impact général des activités humaines, mais limite les dégâts des activités présentes et futures. Néanmoins, le découplage relatif n'est pas capable d'empêcher l'économie d'atteindre les limites de la planète, car s'il ralentit le processus, il s'agit toujours d'une accumulation croissante d'impacts. Le concept de développement durable illustre l'idée de découplage relatif. Ainsi, il faut limiter les impacts écologiques tout en améliorant les conditions sociales et en soutenant la croissance. Le découplage absolu fait néanmoins figure de seule solution quand arrive le constat qu'une accumulation des impacts, si petits soient-ils, ne peut se faire de façon illimitée. C'est donc l'impact global qui doit diminuer, ce qui implique un découplage absolu ou une rupture avec le paradigme de croissance économique illimitée. Le découplage voulu ces dernières décennies ne démontre

pas que les améliorations technologiques et l'optimisation des procédés peuvent, à eux seuls, engendrer un découplage absolu. De plus, la diminution de l'impact absolu des pays développés s'explique souvent par un déplacement des impacts vers des pays en développement. (Jackson, 2007; Pineault, 2013) Ainsi, en ce qui concerne plus particulièrement l'industrie, il y a une augmentation de la productivité de chaque intrant de matière première et d'énergie. L'amélioration des procédés amènerait donc une diminution des coûts économiques et écologiques. Mais si cette amélioration est possible, un découplage absolu de la production implique que l'intégralité du secteur connaisse ces améliorations de technologies et de procédés plus rapidement que le rythme de sa croissance économique. Pour un secteur autant interrelié à l'extraction, cela semble très difficile sans ajouter les principes de dégradations entropiques qui seront expliqués dans la sous-section suivante. (Jackson, 2007; Abraham, Murray et al., 2015)

Le principe de la transition écologique souvent utilisé dans l'industrie est une notion de découplage relatif. En effet, il s'agit de substituer des facteurs de productions énergétiques, entre autres, par des nouvelles technologies qui semblent moins polluantes. Seulement, si l'analyse est faite d'un point de vue systémique, plusieurs de ces améliorations n'apportent qu'une baisse très faible des impacts. Certaines de celles-ci sont d'ailleurs uniquement des solutions momentanées, qui permettent de décaler les impacts temporairement et sur la durée, mais qui ne diminuent pas leur taille absolue. (Bihouix, 2015) Dans cette même catégorie de solution, les politiques économiques, comme le Green New deal, sont très souvent avancées. Il s'agit ici d'appliquer les grands principes du keynésianisme pour relancer la croissance en misant sur des pratiques plus durables. C'est-à-dire se baser sur l'investissement public pour orienter le marché et intégrer les externalités négatives. Cette pratique est avancée comme une solution pour diminuer les insécurités, limiter les impacts écologiques, aider à la transition énergétique, faire décroître l'insécurité alimentaire. (Barbier, 2012) Cette modification radicale de notre modèle productif et par-delà social, découlant d'un découplage absolu, ne semble pas possible dans les cadres actuels de l'économie.

Ces théories, bien qu'elles résolvent certains problèmes urgents, ne prennent pas en compte que les ressources vont inexorablement s'épuiser et que le modèle économique ne semble pas viable, ni écologiquement ni socialement. De plus, la prédominance de la croissance dans les notions très populaires du progrès et du « développement durable » ne vient pas chercher un changement de paradigme réel, bien qu'elle soit le déclenchement de nombreuses évolutions dans les manières de faire. (Rohdain, 2007; Laurent et le Cacheux, 2015; Meadows, 1972)

L'économie de l'environnement est donc la gestion de la rareté et la prise en compte des coûts des dommages écologiques, mais n'a pas pris encore en compte la question de la soutenabilité. Cette notion

est l'axe qui fera basculer la réflexion au-delà de l'économie de l'environnement, dans une analyse de la soutenabilité du modèle économique. Les différents courants de l'économie écologique reprennent parfois certaines idées de l'économie de l'environnement, notamment des notions d'intégrer les externalités au marché, mais elles ouvrent aussi la porte à un changement de paradigme. (Pineault, 2018) Ce chemin de réflexion va être parcouru dans la sous-section suivante.

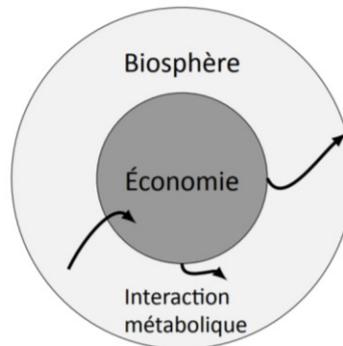
### **3.1.3 L'économie écologique**

Les théories alternatives ont pris source dans les travaux de Nicholas Georgescu-Roegen. Dans *The Entropy Law and the Economic Process* (1971), ce mathématicien et économiste remet en cause les principes de la croissance infinie, qu'il définit comme un mythe en inadéquation avec les réalités physiques. Herman Daly s'est inspiré de ces travaux pour ses recherches sur l'économie écologique, qui ont aussi guidé les modèles demandés par le Club de Rome à Donella Meadows et ses collègues en 1970. En effet, plusieurs chercheurs du Massachusetts Institute of Technology (MIT) se penchent sur la question de la croissance et publient *The Limits to Growth* en 1972. Ces projections, longtemps critiquées, concluent que la croissance infinie dans un monde aux ressources finies est tout simplement impossible. La mise à jour de ces recherches en 2004 montre que la plupart des prédictions se sont réalisées, voire ont été dépassées par la réalité. (Meadows et al., 2004) Il faut donc accepter ce fait et chercher des alternatives. Les concepts utilisés dans cette réflexion sont approfondis dans la section suivante du texte. Elles permettent d'appuyer des raisonnements sur les principes de décroissance, mais également sur les alternatives proposées à l'industrie.

Pour orienter l'économie vers le bien-être et l'environnement, certains économistes proposent de l'éloigner de la production. Dans un rapport, Stiglitz et al. (2009) explorent en macroéconomie une méthode de calcul qui va plus loin que le PIB. Ils cherchent à exprimer une relation où les variables de conditions matérielles (revenu, consommation et richesse) sont associées à la santé, l'éducation, les activités personnelles comme le travail et le loisir, la participation à la vie politique, la gouvernance démocratique, les rapports sociaux, la préservation de l'environnement et des services écosystémiques ainsi que l'insécurité physique et économique. Ces indicateurs alternatifs sont une piste pour éviter les pièges du capitalisme, mais ne semblent qu'être un seul aspect de la solution.

La naissance de l'économie écologique est basée sur des faits constatés : la croissance économique classique est source de nombreux coûts environnementaux et sociaux. (Victor, 2008) C'est donc après ces constats que ce courant a vu le jour avec Herman Daly. Dans ce cas, on parle d'une écologie qui vient délimiter l'économie, et non l'inverse. (Schmelzer, 2015) Le concept de substituabilité n'est plus intégral,

car le capital naturel devient le seul capable de fournir certains biens et services écosystémiques sur le long terme. Les différents courants de l'économie écologique cherchent des réponses dans les grands principes sur la biophysique, mais prennent également en compte la complexité et les métabolismes sociaux actuels dans une approche systémique. L'économie y est pensée pour servir l'humain et l'environnement et non pour se servir elle-même. (Daly, 1992) Ces concepts sont étayés dans les sections suivantes du travail.



**Figure 3.2 Principe de l'économie écologique** (inspiré de : Pineault, 2018)

Un outil souvent utilisé quand on parle de protection de l'environnement en économie est l'idée du capital naturel. Dans le cas particulier de l'industrie, il s'agit de prendre en compte des externalités négatives de l'ensemble des activités de production sur l'économie.

Cependant le capital naturel est un capital que l'économie de marché échoue à comptabiliser. Historiquement, l'abondance des ressources naturelles et le fait qu'elles sont des biens généralement communs et gratuits en font un capital dévalorisé et difficilement pris en compte, tout comme le capital humain. Il existe une école de l'économie écologique dite « de marché » où les échecs sur le plan écologique sont attribués à des défaillances du marché. Cette défaillance est palliée par la fixation d'une valeur à ce capital, par le moyen de divers outils économiques, afin d'intégrer la nature dans l'équation. Les différents outils cherchent donc à prendre en compte les externalités négatives, notamment par valorisation monétaire des biens et services écosystémiques, taxation subventions, compensations, création de marchés avec quotas. (Hawken et al., 1999; Pineault, 2008)

Une autre mesure souvent présentée comme une politique qui résoudrait le problème écologique est celle du « keynésianisme vert ». Ce concept se base sur l'objectif de relancer la croissance en investissant dans l'écologie grâce à des taxes et politiques. C'est un courant qui semble être un changement de trajectoire fort par rapport au libéralisme. Néanmoins, cette tentative d'orienter le capitalisme et de limiter ses

impacts, tout comme la volonté de corriger les défaillances du marché, ne vont pas à l'encontre du principe de croissance. (Pineault, 2013; Custers, 2010). Le keynésianisme vert est souvent critiqué parce que le progrès technique et l'efficacité technologique sont, dans la majorité des cas, des outils qui favorisent la consommation et la production de masse. En effet, l'amélioration de l'utilisation des ressources va permettre une diminution de coûts, l'augmentation des ventes entraînée va donc à l'encontre d'une diminution de la taille physique de l'économie. (Kallis, 2015; Schneider et al., 2010) Le Québec est un bon exemple du consensus qui veut résoudre facilement la crise écologique en se tournant vers les énergies plus propres et la fin du pétrole. (Pineault, 2013)

### **3.2 Les principes de thermodynamique et de biologie appliqués à l'économie et à la production de bien. Quand la nature délimite l'économie**

Selon les tenants des autres courants d'économies écologiques et pour le mouvement de la décroissance, il est impossible de résoudre un problème en fonctionnant avec le même paradigme que celui qui l'a engendré. (Kallis, 2015) L'humanité et ses activités ont un impact sur la planète, ce constat a été démontré au travers des nombreuses informations présentées ci-haut. Mais si la société humaine a des impacts, c'est de la structure de cette société que dépend l'ampleur de ceux-ci. Les réflexions et travaux présentés sur les relations entre thermodynamique, biologie et économie permettent de réfléchir les structures avec un regard différent.

« la thermodynamique et la biologie sont les flambeaux indispensables pour éclairer le processus économique (...) la thermodynamique parce qu'elle démontre que les ressources naturelles s'épuisent irrévocablement, la biologie parce qu'elle révèle la vraie nature du processus économique » (traduction libre de Georgescu-Roegen, 1971)

À la lumière de ceux-ci, c'est toute l'approche de la décroissance qui trouve plus tard un nouvel écho. L'économie étudie les flux entrants et sortants de divers éléments des structures humaines, le fonctionnement des métabolismes biologiques (qui sont des processus thermodynamiques) se transpose de façon étonnante au fonctionnement économique. (Roddier, 2015) Réintroduire certains concepts de base de la thermodynamique permet de faire les liens de façon pertinente. Ensuite, les liens entre ceux-ci et les principes biophysiques expliquent la croissance économique, le développement et le fonctionnement général des sociétés et de l'industrie. (Ruth, 2018)

Tout d'abord, la science de la thermodynamique est une branche de la physique qui étudie la transformation de la matière d'une forme à une autre (ce qui est une définition basique de la production industrielle). Elle permet de calculer les modifications de la matière et de l'énergie dans des systèmes qui peuvent être ouverts (animaux, économie) avec des intrants et des extrants, ou fermés comme la terre en

dépôt de l'énergie provenant du soleil. Les systèmes isolés sont idéaux et servent pour l'exemple. (Georgescu Roegen, 1971)

La première loi de la thermodynamique est la conservation de l'énergie « rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme ». (Lavoisier, 1793) Les systèmes sont un ensemble de transformations sans fin de la matière et de l'énergie. Cette dissipation suit une courbe ascendante qui, après un certain point, change de mode de dissipation. Il s'agit du point critique d'un système. Le mode de dissipation et le point critique définissent l'efficacité d'un processus. En d'autres mots, le rapport entre le travail réalisé par le système et l'énergie qui entre dans celui-ci est l'efficacité énergétique. Ces structures dissipatives ouvertes s'autoorganisent et suivent des cycles de transformations. Elles ne survivent que si elles sont traversées par un flux permanent d'énergie et cherchent à optimiser ce flux. (Ruth, 2018) Les cycles métaboliques naturels répondent à cette première loi de la thermodynamique. Il est donc possible de faire un parallèle avec la biologie et le concept de sélection naturelle. La nature choisit les organismes qui dissipent l'énergie de la façon la plus efficace, ceux qui consomment trop d'énergie par rapport aux résultats meurent. (Georgescu-Roegen, 1995)

La seconde loi est celle qui a trait à la qualité, c'est la loi de l'entropie. Elle s'attarde à la qualité de l'énergie qui entre par rapport à la qualité de celle qui sort d'une structure. Elle est considérée comme la mesure du désordre. Les sources de bonne qualité avec une entropie basse (énergie et matière) vont se transformer. Cela va entraîner une dégradation entropique, fondamentalement irréversible, et des déchets de mauvaise qualité à haute entropie (chaleur, déchets) qui finiront dans des puits. Dans un système isolé idéal et fermé, l'entropie ne change pas si celui-ci subit des transformations réversibles, par exemple des transformations mécaniques. Dans le cas contraire où le système subit des changements irréversibles, comme la dissipation d'énergie, l'entropie augmente. (Roddier, 2015; Ruth, 2018)

Le rapport  $\frac{Q}{T}$  (quantité de chaleur reçue par le système par rapport à la température de celui-ci) crée un désordre et donc une variation d'état, cette fonction se note  $S$  et correspond à l'entropie. La notion d'irréversibilité dépend de la première loi de la thermodynamique. Ainsi, dans le cas où la transformation est idéale et réversible, l'entropie créée est égale à la somme de l'entropie du système et l'entropie de l'extérieur du système, et celle-ci doit être égale à zéro. Les changements réels ou naturels sont irréversibles, car ils se font dans des systèmes non isolés, et l'entropie créée est supérieure à zéro, ce qui amène un changement d'état. (Roddier, 2015)

Le parallèle avec la biologie et le principe de métabolisme est possible, car un métabolisme est une structure dissipative et donc un système ouvert. Les métabolismes, qu'ils soient biologiques, sociaux ou économiques, dépendent des lois de la thermodynamique. Il est possible de l'illustrer avec les exemples suivants : un organisme, une tornade, un moteur, une industrie, un homme, une société. (Georgescu-Roegen, 1995). Dans la nature, les flux d'énergie (entrée de radiation solaire et sortie de chaleur) et les cycles de matières (carbone, nutriment, eau) sont contenus dans le système Terre, considéré comme fermé. Dans cette biosphère, l'efficacité d'une espèce se caractérise par son efficacité dans la capture et la transformation de la matière et de l'énergie pour la survie, la croissance et la reproduction. (Ruth, 2018; Sorman et Giampietro, 2013)

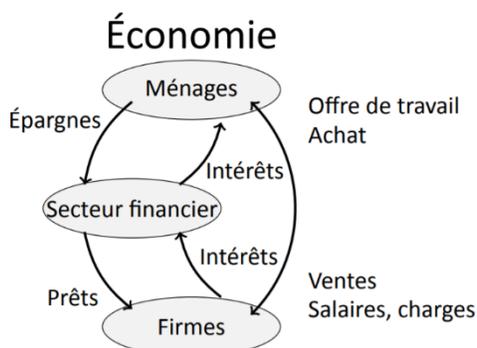
Ces besoins de survie, de croissance et de reproduction sont applicables à l'être humain et par extension à la société, et par là à son système économique, qui sont des métabolismes ouverts sur la biosphère. (Georgescu-Roegen, 1995) L'entropie créée par une société n'est pas seulement la somme de l'entropie des métabolismes humains qui la composent. En effet, les besoins en énergie et matière du métabolisme social représentent l'ensemble des besoins de toutes les structures qui la composent. Ce métabolisme social représente donc l'ensemble des besoins de la société humaine, à l'image d'un animal qui a des besoins pour reproduire sa structure, croître, se stabiliser, ou se maintenir en vie.

Le métabolisme social entraîne donc une entropie, mais lorsque la conversion des ressources est plus efficace pour combler ses besoins, moins d'entropie est générée. Néanmoins, comme la société et par là l'économie sont des métabolismes ouverts, donc des transformations irréversibles, ils sont fondamentalement instables. L'économie peut être comparée à un moteur thermique, elle nécessite une régulation pour atteindre une stabilisation. Cette notion vient remettre en cause le fondement même d'un capitalisme libéral basé sur la libre régulation des marchés selon la théorie de la main invisible. (Roddir, 2015; Smith, 1776) De plus, il est important de noter que les décisions économiques à propos de la matière et de l'énergie vont avoir un impact sur les processus biologiques, puisque l'économie est artificiellement un sous-système ouvert de la biosphère. Le processus économique actuel a un fonctionnement entropique, et entraîne une dégradation irréversible avec des conséquences actuelles.

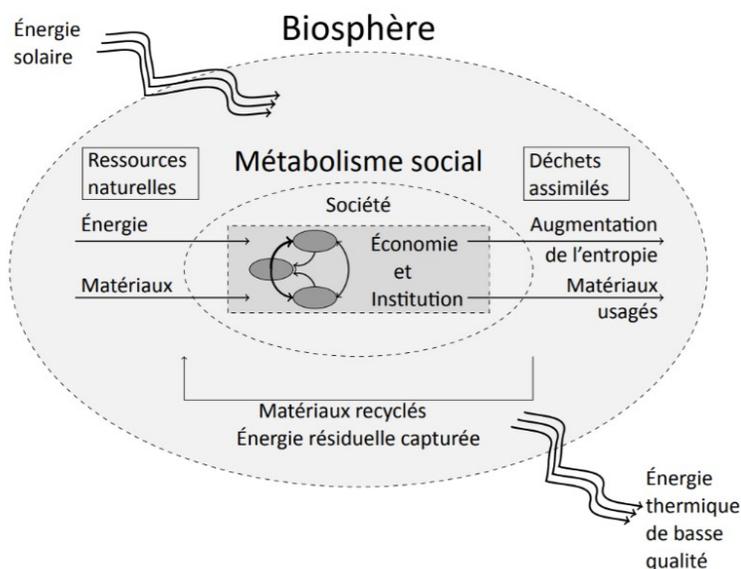
« La notion de structure métabolique (...) renvoie à la reconnaissance du fait que notre société dépend non seulement des processus métaboliques de la nature (grands cycles géobiochimiques), mais aussi du fait que (...) nous participons activement et massivement à la formation et à la régulation des

écosystèmes dont notre mode de vie dépend; cette participation s'exprime notamment à travers les diverses cultures.» (Pineault, 2013)

Les deux figures 3.4 et 3.5 permettent de schématiser les flux métaboliques entourant une société et son économie, le tout en relation constante avec la biosphère.



**Figure 3.3 Relations simplifiées de l'économie** (inspiré de : Ruth, 2018)



**Figure 3.4 Métabolisme social intégrant l'économie et ses relations avec la biosphère** (inspiré de : Ruth, 2018)

L'industrie s'est toujours appuyée entre autres sur les sciences physiques pour optimiser ses procédés, selon des logiques d'innovation, d'amélioration de l'utilisation de l'énergie ou dans l'idée de diminuer ses besoins en matières. Cette utilisation des sciences a permis la survie, mais surtout la croissance du système

ouvert qu'est l'industrie. Certes, elle a permis l'amélioration des conditions de vie humaine, ce qui s'accorde à la logique de progrès. Toutefois, elle a surtout servi à optimiser la fonction de production, dans le but de diminuer les coûts. L'imbrication du système industriel au cœur du système économique entraîne une codépendance des systèmes. Ainsi, si le modèle économique capitaliste cherche à croître, cela impliquera forcément une augmentation de l'efficacité énergétique de ses sous-systèmes. Cette logique a fortement affecté les volumes de production. Cela a également imposé l'image d'un système industriel comme l'individu performant de la sélection économique capitaliste. Cette supériorité en a fait un mode d'organisation privilégié pour toutes les productions de la société. Cependant, les constats faits au chapitre précédent montrent que le système économique capitaliste impacte négativement le reste de la biosphère. Il semble donc nécessaire de trouver une nouvelle structure économique et logiquement de repenser le métabolisme industriel. (Ruth, 2018) L'introduction de la notion du métabolisme industriel fait donc référence aux besoins en énergie et matière du système industriel nécessaires à son fonctionnement. Cependant, elle fait également référence aux impacts sur la qualité entropique de ses extrants. Cette notion sera essentielle plus tard dans les concepts de décroissance et pour réfléchir aux alternatives. (Ruth, 2018; Abraham, Murray et al., 2015; Georgescu-Roegen, 1995)

En s'appuyant sur les travaux de Georgescu-Roegen, Herman Daly a fortement contribué à définir l'économie écologique. Contrairement à l'étude économique classique, l'économie écologique considère l'économie comme un sous-système de la biosphère. La relation entre la biosphère et l'économie est considérée avec l'angle entropique des flux d'énergie et de matière. Il étudie alors les besoins d'intrants du système économique et plus largement du métabolisme social. (Pineault, 2018)

Dans cette perspective des flux, Daly étudie l'empreinte écologique et pose trois postulats principaux pour la limiter :

- Le rythme d'extraction des ressources doit être égal sinon inférieur à leur rythme de régénération.
- Les ressources non renouvelables doivent être extraites avec un rythme égal sinon inférieur à la création de substituts.
- Les déchets doivent être générés à un rythme égal sinon inférieur au rythme d'assimilation des écosystèmes naturels. (Daly, 1996)

Toutes les notions présentées ci-dessus amènent à concevoir l'économie comme faisant partie du métabolisme social, dont les interactions avec la biosphère se font sous forme de matière et d'énergie. Ce changement de perspective entraîne une limite physique immuable au cadre économique qui modifie

toutes les contraintes de capital et de travail d'une production classiques pour mettre en avant la dégradation anthropique induite par le métabolisme social. (Daly, 1996)

### **3.3 Économie écologique et décroissance**

Les sections précédentes ont permis de présenter le contexte théorique à partir duquel l'économie écologique et la décroissance sont nées. Cette section va approfondir les théories de l'économie écologique et par là de la décroissance. Le lien sera également fait entre les théories et leurs impacts potentiels sur l'industrie, sans oublier que les critiques du modèle seront expliquées pour amener une crédibilité méthodologique.

#### **3.3.1 Concepts clés généraux de la décroissance et principe d'économie stationnaire**

L'économie n'est pas limitée à sa forme actuelle, et la société peut assurer sa pérennité d'autres façons, autant pour cela faut-il se permettre de l'imaginer. (Pineault, 2013)

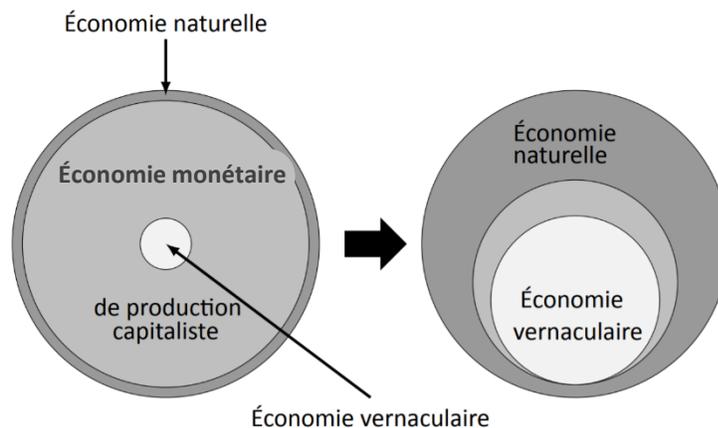
Les mouvements qui tentent de créer un découplage entre l'économie et l'écologie, notamment la transition écologique ou le développement durable, sont considérés comme trop peu efficaces par les défenseurs de la décroissance. Ils considèrent que les solutions aux problèmes exposés dans les chapitres précédents nécessitent d'implanter un nouveau paradigme du progrès qui serait désolidarisé de l'impératif de contrainte, voire diamétralement opposé. Actuellement, la décroissance est surtout un ensemble de théories, mais un mouvement populaire en émerge depuis quelques années. (Biagini et al., 2017; Kallis, 2015)

#### **Les trois économies**

Les théories de la décroissance sont multiples et présentent des caractéristiques diverses. Ce n'est donc pas un concept unique et ferme, mais un paradigme plus général qu'il s'agira d'adapter aux contextes. C'est une façon de penser différente, qui se veut en opposition au néolibéralisme capitaliste. Il s'agit de remettre en cause l'idée que l'augmentation des richesses économiques conduit au bien-être social et pour cela repenser complètement le cadre économique. Le progrès humain, la préservation de l'environnement et le bien-être social sont possibles grâce à une décroissance positive et organisée. Les théories de plus en plus populaires de l'effondrement social engendrent une décroissance négative et entraînent des crises sociales et économiques. (Scheider et al, 2010; Bilancini et D'alessandro, 2012)

Le terme décroissance est souvent critiqué comme étant trop négatif, mais il a le mérite d'attaquer de façon directe le paradigme néoclassique. (Drews et Antal, 2016) Cependant, elle n'entraîne pas une

diminution brutale de toutes les sphères économiques. En effet, selon Éric Pineault, l'économie est composée de trois sphères qu'il est important de distinguer pour comprendre les subtilités de la décroissance. La première concerne l'économie monétaire de production basée sur l'impératif de croissance comme base du capitalisme. La seconde est l'économie, dite naturelle, correspond au lien entre l'homme et la biosphère. Ces interactions entre l'homme et la nature coproduisent ce qui correspond à la structure métabolique de la société. La troisième économie est la moins prise en compte dans nos économies actuelles, c'est l'économie vernaculaire. Celle-ci est non monétaire et correspond à la production de biens et de services dans la sphère domestique. (Pineault, 2013) Dans l'économie dominante au début du 21<sup>e</sup> siècle, la croissance se fait au détriment des deux dernières économies mentionnées ci-dessus. Le schéma suivant montre l'évolution de la place des différentes économies dans un principe de décroissance.



**Figure 3.5 Passage d'une économie linéaire de marché à un meilleur équilibre des trois économies**  
(inspiré de : Pineault, 2013)

En économie écologique, la biosphère est un système ouvert du fait de l'entrée des rayons solaires et de la chaleur qui en sort. Mais en termes de thermodynamique, elle est considérée comme un système fermé à cause de la limite physique des ressources. (Ruth, 2018)

Pour améliorer l'économie naturelle, il s'agit de prendre en compte les cycles des écosystèmes, les limites métaboliques, mais surtout de repenser les relations multiples et complexes entre l'homme et la biosphère. (Pineault, 2013) La décroissance de l'économie doit être une décroissance physique, c'est-à-dire diminuer la taille et le métabolisme de l'économie. Les interrelations de l'économie naturelle doivent diminuer et être repensées. Les objectifs sont par exemple : diminution des besoins en énergies, diminution de l'extraction, des diverses pollutions, et de l'accumulation de déchet. (Martinez-Alier, Pascual, Vivien et Zaccai, 2010)

Les ruptures nécessaires à cette modification de structure économique concernent principalement le changement de régime de propriété, les modes de production et de consommation et aller au-delà de la croissance matérielle comme projet de société. De par le rôle même de l'industrie dans l'histoire économique, ainsi que le fait qu'il touche absolument à tous les aspects mentionnés ci-dessus, ce secteur se présente donc comme central dans les stratégies de décroissance. Il est certain que l'économie de la décroissance va nécessiter de nombreux changements sur les plans culturel, politique et économique. Ces transformations sont pour beaucoup considérées comme radicales, mais il semble nécessaire d'entamer une démarche de réflexion autour de celles-ci pour ne pas subir la transition. (Pineault, 2013)

Les multiples théories de la décroissance entraînent une diffusion de concepts et ces théories ne doivent pas être simplifiées à la diminution unique du PIB. En effet, la crise économique de 2008 a montré de nombreuses améliorations sur le plan environnemental, ce qui laisse croire qu'une diminution du PIB est une solution. Seulement cette notion est réductrice, car une diminution pure et simple du PIB peut avoir des conséquences sociales néfastes et entraver l'amélioration technologique nécessaire à la diminution d'impacts environnementaux. La décroissance doit être analysée comme un système et donc les solutions doivent être multiples. (Schneider et al., 2010; Northrop, 2014). La décroissance de la consommation est également une idée trop réductrice, car au-delà de la quantité, ce sont la qualité et la proximité des productions qui priment. L'intégration des externalités dans la fixation des prix est donc importante pour refléter l'impact réel de la consommation. (Van den Bergh, 2011; Navia, 2016)

### **Décroissance, état stationnaire et relations**

La décroissance est un mouvement souvent perçu comme radical, cela est à la fois un point fort et un point faible. Tout d'abord, cette radicalisation du terme apporte une attention nécessaire sur l'ampleur des enjeux, mais cela est aussi un catalyseur de nombreuses critiques qui seront résumées plus loin. Un concept est intéressant pour pallier ces deux points, celui de l'état stationnaire. Il implique un équilibre général moins connoté comme régressif, mais il sous-tend néanmoins la décroissance d'une partie de la société pour atteindre cet équilibre. Selon Herman Daly, cet équilibre est dynamique et correspond à l'équilibre du métabolisme social à l'intérieur des limites de la biosphère. (Daly, 1993)

L'économie stationnaire est un moyen d'activer la décroissance. Il s'agira alors que les pays développés du nord diminuent la taille physique de leurs économies pour laisser une marge de manœuvre aux pays du Sud et cela sans leur transférer leurs pollutions. Ces derniers pourraient alors croître et combler les besoins sociaux de base, s'aligner sur la stabilité mondiale et participer à la recherche d'équilibre écologique. (Dietz et O'Neill, 2013; O'Neill, 2012; Martinez-Alier, Pascual, Vivien, Zaccai, 2010). Une fois cet état stationnaire

atteint, c'est de l'accroissance, un terme moins négatif que celui de décroissance. Un point central de ce rééquilibrage est de relocaliser les activités de production qui ont été déplacées à l'autre bout du monde par la mondialisation.

### **3.3.2 Réflexion critique autour des impacts macroéconomiques de la décroissance**

La décroissance et la création d'un cadre macroéconomique vert et durable demeurent un champ à explorer, car ce cadre est quasiment inexistant. (Gagné, 2018) Depuis la mondialisation, les industries gigantesques, la concentration de richesse, la finance spéculative et la dépendance à l'égard des combustibles fossiles ne semblent pas être sur le point de disparaître et sont très peu adaptées pour un nouveau paradigme économique (Klitgaard et Krall, 2011). La croissance est historiquement un outil qui a amélioré les conditions de vie durant de nombreuses années dans les pays développés. (Jackson, 2017) Ainsi, l'implantation de la décroissance dans tous les niveaux des modèles capitalistes va rencontrer une forte opposition.

Thomas Piketty, prix Nobel d'économie et spécialisé dans les inégalités sociales, précise que de nombreuses réserves sont exprimées sur les théories de la décroissance. Plus précisément qu'elles sont vues comme conduisant à l'accroissement des inégalités. (Piketty, 2014) Dans un ouvrage qui fait référence en matière d'alternatives à la croissance, Peter Victor explore les effets de celles-ci. (Victor, 2008) Ainsi, dans un cadre macroéconomique et avec les indicateurs actuels, une simulation conduite par cet économiste analyse une économie où l'investissement, la production et la croissance sont quasiment nuls. Les résultats de ces projections sur 30 ans montrent une catastrophe économique où la perte d'emplois, l'endettement et la pauvreté viennent affaiblir la société. (Victor, 2008)

La décroissance peut conduire à de grandes inégalités, surtout relative à l'emploi. En effet, il semble logique de prédire une augmentation du chômage suite à la baisse généralisée de la consommation. Prendre des mesures de protection des salaires et de l'emploi au niveau macroéconomique devient nécessaire pour empêcher les stratégies de réduction des coûts. Dans une optique capitaliste, afin de rester productives, les entreprises veulent compenser le ralentissement de la croissance par des stratégies de concurrence des prix de vente. Ainsi, il faut utiliser les institutions pour limiter l'accroissement des inégalités et la dégradation des services publics, particulièrement dans une projection où le prix des biens sur le marché va augmenter significativement. De plus, l'amélioration technologique fait diminuer les prix, et si la demande n'augmente pas proportionnellement, alors moins de main d'œuvre est nécessaire. Donc dans une perspective de décroissance de tout le système, la diminution d'emplois va entraîner une diminution de la demande. (Jackson et Victor, 2016; Victor, 2008; Jackson, 2017) Le temps de travail doit

être mieux réparti de façon anticipée. Il doit être plus équitable entre ces économies et le temps doit être libéré pour les sphères non rémunérées, mais essentielles. (Pineault, 2013)

Jackson précise qu'il faut cesser de raisonner de façon marginale, car toute notre économie est basée sur l'impact de la production de l'unité économique suivante. Donc, puisque chaque décision et chaque outil sont pensés de façon marginaliste, se séparer de l'impératif de croissance économique devient très difficile. (Jackson, 2017)

Jackson utilise le terme « slow capital » pour désigner ce nouvel objectif d'investissements où la recherche de rendements à court terme et la spéculation ne sont plus l'épine dorsale de l'économie. Ainsi, c'est l'investissement de long terme, dans les infrastructures, dans le renforcement du tissu social, et dans la préservation du capital naturel, qui est favorisé. (Jackson, 2017)

Il est certain que dans une perspective mondiale, peu de solutions réalistes sont avancées pour encadrer la décroissance. Cette vision n'est que peu partagée et c'est donc à plus petite échelle qu'il sera possible de décroître positivement, c'est-à-dire en améliorant le bien-être et en limitant les inégalités. Une critique récurrente de la décroissance est qu'elle est très radicale et nécessite une refonte quasi intégrale de nos institutions. Les dérives sont nombreuses et la crainte, celle qu'elle engendre de trop nombreuses contraintes et inégalités, l'est aussi. De plus, le côté encore idéaliste des théories est souvent critiqué pour justifier une inaction de la part des décideurs politiques, qui estiment que l'application à l'ensemble de la population des principes de décroissance serait impossible et que cela ne garantit en rien de résoudre la crise environnementale. (Van den Bergh, 2011)

Afin de faire diminuer le besoin en énergie et donc diminuer la taille d'une économie, il faut définir plusieurs échelles d'analyse. Ainsi, chaque niveau est étudié pour comprendre comment les ressources sont réparties et par la suite redéfinir cette allocation. Définir plusieurs cadres d'analyse métabolique permet de simplifier et d'optimiser les flux selon les principes de thermodynamique pour chaque niveau d'échelle. Ainsi, il s'agit d'analyser une économie selon les contraintes d'énergies et de ressources limitées et le principe de dégradation entropique, expliqué précédemment. (Pineault, 2018) Le fait d'optimiser la structure actuelle serait déjà un pas vers la décroissance physique de l'économie et limiterait ces impacts. Jackson précise lui-même que la décroissance physique n'est pas la solution à tous les problèmes environnementaux de la société. En effet, pour stabiliser les émissions globales de GES en 2050, il faudrait que la plupart des pays occidentaux diminuent leur total d'émission de 80 %, que ce soit par la diminution de leur économie ou bien même par une amélioration de leur métabolisme social. (Jackson, 2017)

Les propositions radicales de l'économie de la décroissance, afin de résoudre l'impasse écologique, se heurtent aux critiques sur leurs faisabilités et l'acceptabilité sociale. Le paradigme de la décroissance sonne encore comme une régression pour la société, qui freine les dirigeants et la population. De plus, la réduction de la taille de l'économie entraîne une série de ruptures, qui vont chambouler le système actuel de production et de valeurs. Il apparaît alors essentiel que le mouvement soit diffusé depuis la base, grâce aux initiatives citoyennes ou communautaires, et de valoriser ces nouvelles formes d'organisation pour améliorer la résilience de l'économie. (Pineault, 2013)

### **3.3.3 L'échelle microéconomique et l'industrie, un niveau stratégique**

La diminution des heures travaillées est un aspect social essentiel de la décroissance. En effet, elle est censée permettre la diminution de l'économie monétaire de production au profit de l'économie vernaculaire, l'amélioration du bien-être et la diminution de la production et de la demande de biens matériels. Cet aspect est particulièrement important dans la transition de la production industrielle, même si elle va à l'encontre de la nature même des systèmes industriels actuels. (Kallis, 2015).

Pour prendre l'exemple du secteur industriel, s'adapter à la postcroissance signifierait modifier les pratiques d'investissement. Pour cela, l'augmentation de la production du facteur travail doit être réorientée vers des innovations sociales et technologiques, ainsi que sur l'amélioration de la gouvernance et de la répartition des bénéfices. L'objectif final de réduction physique des industries et de leurs besoins énergétiques passe par l'optimisation de leur métabolisme pour diminuer au maximum le flux de matières et d'énergies à travers l'ensemble du tissu industriel. Néanmoins, il faut réfléchir à des outils et institutions pour restreindre le potentiel des profits qui résulteraient de ces améliorations, pour favoriser la destruction créatrice tout en limitant la croissance. (Jackson, 2017)

La réduction de l'empreinte écologique semble être intimement liée à l'économie. Mais la décroissance apparaît comme contraire aux modèles actuels et les institutions sont étroitement liées à l'économie linéaire de marché. La solution pour une décroissance semble donc venir du niveau microéconomique, en passant par un tissu local plus résilient et une production de biens et services qui s'intègre à la sphère domestique et s'adapte à l'environnement. (Gagne, 2018) Ces interactions et les alternatives seront étudiées dans le chapitre suivant.

Pour résumer, décroître c'est changer les rapports de forces entre les trois économies pour renverser le règne de l'économie monétaire de production capitaliste. Il s'agit également de transformer les normes de consommation et de transformer la structure technologique de la société. Pour arriver à décroître sans

fracture brutale, il faut prendre plus de temps sur le social et le développement de l'économie vernaculaire. Ainsi, la production de biens et de services doit doucement glisser dans la sphère domestique et dans les organisations communautaires. (Pineault, 2013) Malgré tout, certaines productions, qui nécessitent une maîtrise de savoirs technologiques et des infrastructures trop imposantes, restent dans le domaine industriel. Repenser la structure de ce modèle est l'objectif du chapitre suivant.

Les modèles économiques de la décroissance ou d'une économie stationnaire sont plus facilement implantables à petite échelle, particulièrement celle de l'entreprise. En effet, en redéfinissant son modèle d'affaires et en changeant sa vision de production et son processus de création et captation de valeurs, l'entreprise devient plus soutenable. (Gagné, 2018; Maillefert et Robert, 2017)

La décroissance n'a aucunement comme objectif de revenir à un temps plus primaire et de balayer toutes les avancées technologiques et sociales des derniers siècles. Les principes généraux sont simples et semblent raisonnables, mais leur concrétisation est d'ordre révolutionnaire. « Elle représente un changement structurel profond, culturel et sociopolitique » et nécessite « des transitions plus exigeantes, réduire les besoins globaux en énergie de façon drastique » (Pineault, 2013). Cependant, elle cherche à construire un nouveau modèle de progrès qui fonctionne avec les contraintes écologiques actuelles. De plus, ce nouveau modèle se veut évolutif, participatif, adapté localement, et prenant en compte au maximum les contraintes sociales pour faire reculer les inégalités. (Kallis, 2015)

#### **4. LES ALTERNATIVES POUR L'INDUSTRIE : RÉINVENTER UN SECTEUR PENSÉ POUR LE CAPITALISME EN OUTIL DE PROGRÈS ADAPTÉ AU PARADIGME DE LA DÉCROISSANCE**

Quand sont abordés les principes de la décroissance économique et de la place que l'industrie peut prendre dans celle-ci, il est souvent difficile d'imaginer sauvegarder le niveau technologique, et les craintes quant à l'impact de la décroissance sur le niveau de vie sont très nombreuses. Cette section aborde de façon large plusieurs alternatives couramment proposées au modèle de production linéaire de l'économie monétaire capitaliste classique.

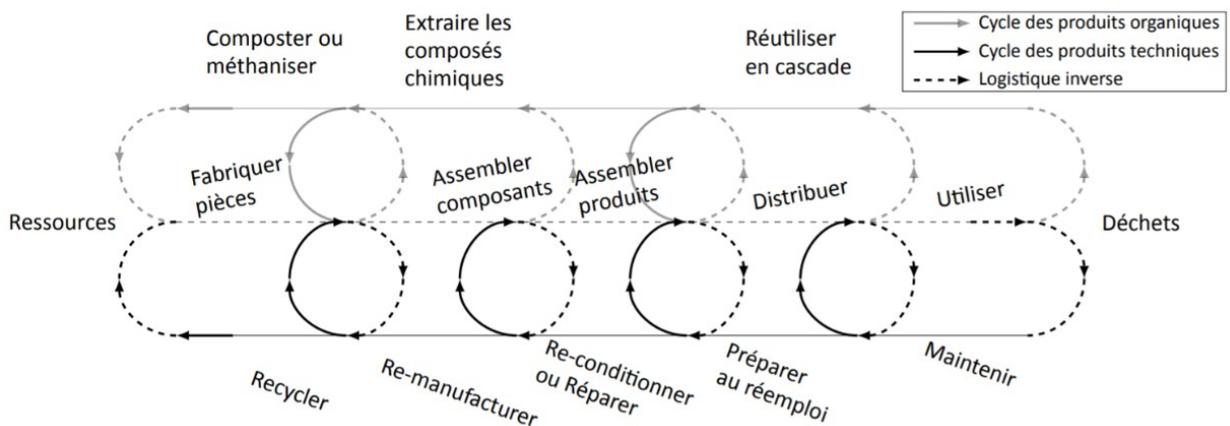
Tout d'abord, c'est le concept plutôt populaire de l'économie circulaire qui est abordé grâce à une définition, une réflexion critique et des applications possibles vis-à-vis de la décroissance. Souvent confondu, mais singulièrement différent, les principes d'écologie industrielle sont abordés, avec eux aussi leurs forces, faiblesses et potentiels pour un avenir décroissant. L'aspect technologique est évoqué quant à lui par l'angle du concept de LOW-TECH, terme vaste qui promet pourtant de nombreuses possibilités pour la résilience de l'économie, de la société et des industries. La question de l'emploi et de la place de l'industrie dans une société à l'économie décroissante, d'un point de vue global puis plus particulièrement canadien, sont réfléchies en se basant sur les relations historiques dépeintes dans la première section de l'essai. Le rôle des organisations de productions de biens, dans la transition de la structure sociale et l'impact de l'amélioration du métabolisme industriel dans l'amélioration plus générale du métabolisme social d'un point de vue bio thermodynamique, est prépondérant. L'aspect de la gestion des territoires et du métabolisme industriel est l'objet de la dernière sous-section, afin de distinguer les rôles que peuvent prendre les différents acteurs d'un territoire dans un objectif de décroissance physique.

##### **4.1 L'économie circulaire et l'écologie industrielle**

L'économie circulaire est un concept global et très populaire qui englobe de nombreux autres concepts. Malgré les nombreuses définitions, les parties suivantes montrent que l'ÉC s'inspire de l'angle de l'écologie industrielle et utilise des outils de symbiose industrielle. Ces différentes notions sont expliquées pour en sortir les points forts et les critiques selon un objectif de décroissance.

#### 4.1.1 Concepts généraux d'économie circulaire

L'économie circulaire repose sur l'idée d'un découplage, qui veut séparer croissance économique et croissance de la production par rapport à leurs besoins en ressource naturelle. Dans une visée contraire à l'économie linéaire, l'économie circulaire cherche à promouvoir une consommation et production sobre et raisonnée en matière de ressource naturelle et des matières premières primaires. Cette optimisation doit être dans toutes les étapes du cycle de vie d'un bien ou d'un service, et tendre à faire diminuer l'empreinte environnementale et à améliorer le bien-être des individus et des collectivités. Les flux de matière entrants et sortants doivent être minimisés efficacement, et les flux internes s'inspirent du fonctionnement cyclique de la nature. (EDDEC, 2019; Le Moigne, 2018) Il est possible de distinguer les boucles des matériaux, composants et produits techniques par rapport aux boucles des produits biologiques, même si elles sont interreliées. La figure 4.1 suivante montre les différentes actions qui peuvent être prises pour rendre l'économie plus cyclique.



**Figure 4.1 Cycles des matériaux, composants et produits dans une économie circulaire** (inspiré de : Le Moigne, 2018, p.25)

Il est communément admis que plus les boucles sont des circuits courts, plus elles sont pertinentes dans une logique de réduction des impacts et de conservation de valeur. (Le Moigne, 2018; EDDEC, 2019)

Pour la Fondation Ellen MacArthur, fondation très active dans le domaine, l'ÉC est un ensemble de mesure qui intègre tous les niveaux de l'industrie et de l'économie qui l'entourent. Chaque partie des processus de production et consommation doit être analysée. Tous les éléments de l'économie doivent servir de ressource à un autre élément. La question des flux de matière et d'énergie doit être centrale dans toutes les approches. (Ellen MacArthur Foundation, 2017)

Même si les définitions de l'ÉC sont nombreuses et ne s'accordent toujours pas sur les mêmes approches selon les pays et parfois même au sein d'un même territoire, les fondements et les réflexions sont semblables. Ainsi, il s'agit pour simplifier : (Esseghaier, 2016; Lévy, 2009; Fan et al., 2006; Massard, 2015; MEDDE, 2013)

- De réduire l'extraction et la consommation de matières premières, particulièrement non renouvelables;
- De gérer les stocks de la façon la plus durable possible, et en prenant compte des capacités de régénération;
- De réfléchir au cycle de vie, de production propre et de consommation raisonnée;
- D'intégrer aux maximums l'écoconception et l'analyse de flux;
- De concevoir des circuits où les boucles sont les plus courtes et locales possible;
- De penser en termes d'efficacité des ressources et de découpler impacts de l'industrie et croissance économique;
- De réfléchir les déchets comme une ressource à part entière dont il faut optimiser l'exploitation et traiter ceux qui ne peuvent pas être exploités avec le moins de résidus négatifs possible sur l'environnement.

Le principe général est donc le limiter les flux entrants et sortants des boucles pour maximiser les flux qui circulent en interne. (Le Moigne, 2018) Le défi de passer d'une économie linéaire à une économie en cycle est d'intégrer tous les flux d'énergie et de matière dans les calculs. Le principe de l'analyse du cycle de vie (ACV) d'un produit tente de réaliser l'exercice, pour évaluer les besoins et les impacts, et identifier les points où il est possible d'améliorer l'efficacité de la production. (Ruth, 2018) L'économie circulaire peut être mise en œuvre à plusieurs niveaux de l'économie. Tout d'abord, et ce sont les niveaux les plus pertinents dans ce travail, dans le fonctionnement interne d'une entreprise ou industrie, mais également au travers un tissu d'entreprise à travers la symbiose industrielle (concept étayé à la section 4.1.3). Le dernier niveau est régional ou national, mais ce n'est pas le niveau d'analyse voulu dans ce travail. (Nuckle, 2017)

Dans un contexte industriel, l'ÉC est donc un concept large qui cherche à internaliser les impacts des modes de production et de consommation des biens industriels. (Orée, 2008) Néanmoins, plusieurs concepts internes ou parallèles à l'ÉC méritent d'être développés. Et une critique constructive de l'ÉC est nécessaire dans un contexte voulu de décroissance, comme cela est abordé à la section 4.1.5.

#### 4.1.2 Économie de la fonctionnalité, des services et du partage

De nombreux modèles alternatifs au modèle d'acquisition/utilisation/obsolescence/déchet permettent de rendre l'économie plus cyclique, mais aussi d'allonger la durée de vie d'un produit, tout en diminuant les besoins de production industrielle. L'économie du partage par exemple consiste à multiplier les usagers pour un même objet, un exemple bien connu est celui des voitures en libre-service, mais de nombreux objets du quotidien utilisés sporadiquement (perceuse, tondeuse, vélos, machine à crème glacée, cinéma maison) peuvent desservir de nombreuses personnes, sans porter préjudice à l'acquéreur initial. D'autres objets sont eux plus souvent utilisés (téléphone, voiture en milieu rural, photocopieuse professionnelle, machine à laver dans un hôtel) et ne peuvent donc être partagés. Ces objets peuvent cependant faire partie d'une « économie de la fonctionnalité » où le vendeur/producteur ne vend pas l'objet, mais plutôt la fonction qu'il représente. Ainsi, un vendeur de photocopie ne vendra plus des machines, mais un nombre de copies, il a alors un grand intérêt à produire des machines de qualité, à en assurer la maintenance, et par là même à allonger leur cycle de vie. Les principes d'écoconception entrent également dans cette recherche d'allongement de la durabilité des produits, plus particulièrement de ceux qui sont produits industriellement, afin de permettre une maintenance plus simple et de limiter les impacts de la conception à la fin de vie du produit, en passant bien sûr par sa production, utilisation et consommation d'énergie. (ADEME, 2017; Le Moigne, 2018)



**Figure 4.2 Partage d'un usage intégré dans le principe d'économie circulaire** (inspiré de : Le Moigne, 2018)

Cette forme de relation entre vendeur et acheteur, présentée à la figure 4.2, est un rapport de proximité, ce qui marque un tournant par rapport aux principes d'hyperspécialisation et de mondialisation de la production et des services. (ADEME, 2017) Ce mode d'économie ne dépend plus alors uniquement des capacités de productivité, mais de l'ensemble de la qualité de la production et de la relation avec le client.

C'est la durabilité et la satisfaction des besoins du client sur le long terme qui entrent en jeu. Le capital immatériel comprend alors tout un ensemble de compétences comme la connaissance du produit, le suivi des clients, l'adaptation des produits, ou encore les externalités positives de l'entreprise sur la société. Il est également possible de créer ces boucles de partage dans une logique de gratuité et de collaboration, où les principes d'économie vernaculaire prendront alors une place prépondérante. Ce partage de biens viendrait renforcer le tissu social et allonger la durée de vie d'un produit, le frein essentiel reste la monétarisation à outrance de la société contemporaine (Le Moigne, 2018; Pineault, 2013, 2018).

#### **4.1.3 Écologie industrielle, applications, apports et point fort d'un point de vue de la décroissance physique**

Le concept de l'écologie industrielle fait le parallèle entre les processus écosystémiques et les cycles de vie des produits, avec l'objectif de rapprocher le tissu industriel d'un système biologique. De la même manière que les nutriments entrent dans un organisme pour le faire croître et se développer, la production implique un flux d'énergie et de matière dans le système de production/consommation, qui va entraîner des produits et des sous-produits à haute entropie. Cet échange de matières entre le système industriel et l'extérieur de celui-ci est le métabolisme industriel. (Ruth, 2018) Même si les principes biologiques ne sont pas absolument applicables, cette vision du système industriel permet de le faire tendre vers un système mature. Un système biologiquement mature est essentiellement un écosystème fermé avec des boucles de matières et d'énergie dont la seule source d'énergie est l'énergie solaire. (voir section 3.2 sur les principes de biologies et de thermodynamiques). (Erkman, 2004; Orée, 2008; Ruth, 2018) Ces boucles font en sorte que les déchets deviennent essentiellement des matières premières dans un nouveau cycle de production.

L'ÉI repose sur les capacités à boucler les flux en connectant les acteurs du secteur industriel, de l'extraction de matière première ou la transformation de déchets jusqu'à la fin du même cycle de production et d'utilisation. L'objectif est donc que les relations internes entre les acteurs soient plus importantes que les relations avec l'environnement extérieur du système. (Erkman, 2004) Cette notion correspond très largement à l'analyse de l'économie écologique qui prend en compte toutes les interactions de l'économie avec son environnement sous forme d'échanges métaboliques. Le métabolisme industriel cherche donc à être optimisé pour limiter ses pertes énergétiques et la création de déchets à hautes entropies ou de contaminants. L'écologie industrielle est très semblable dans sa finalité à l'économie écologique, c'est-à-dire qu'elle cherche à créer une rupture avec la linéarité et à rendre le système économique durable et intégré sur le long terme à la biosphère. (Brullot et al., 2014)

Dans son travail de fin de maitrise, Linda Esseghaier (2016) résume les principes initiaux qui forment l'ÉI selon Tibbs (1991) et Ehrenfeld (1997), ceux-ci sont résumés et mis à jour à la figure 4.3 suivante.



**Figure 4.3 Les principes de L'ÉI** (inspiré de : Esseghaier 2016, Olivier 2012, Le Moigne 2018 et Nuckle 2017)

Les symbioses industrielles sont un moyen d'opérationnaliser une écologie industrielle. Le CTTÉI (s.d.) décrit cet outil de la façon suivante « Une symbiose industrielle est un réseau d'organisations (entreprises, municipalités, organismes d'économie sociale) maillées entre elles par des échanges de matières, d'eau, d'énergie ou de ressources matérielles et humaines. »

Les différentes synergies qui composent une symbiose industrielle nécessitent des collaborations saines entre les différents acteurs et une proximité géographique. Ce nouveau maillage industriel vise également à augmenter la résilience d'un territoire et d'une industrie (notamment en protégeant l'approvisionnement par rapport aux instabilités des marchés internationaux), améliorer la qualité de l'environnement en limitant les déchets et pollutions, renforcer le tissu social, créer de nouveaux modèles d'affaires, mais aussi à réduire les coûts de traitement des externalités négatives (déchets, pollution, gaspillage). (CTTÉI ,s. d.)

L'analyse des flux sur un territoire permet de cerner plus précisément la taille du métabolisme industriel de celui-ci. Plusieurs méthodologies existent, mais le principe essentiel consiste à calculer le plus réalistement possible la circulation de matière et d'énergie d'un territoire donné avec son environnement extérieur. Cette approche est intéressante pour analyser le point de départ d'une politique de décroissance physique de l'économie. Une fois un point de départ établi, il s'agit d'identifier les activités les plus néfastes pour l'environnement. Enfin, une façon d'entraîner la décroissance et le bouclage de ces flux serait de plafonner les activités et les consommations de matière et d'énergie. (Daly, 2016; Ruhlmann, 2018) Cette approche locale de la décroissance physique est intéressante pour permettre des initiatives plus précises adaptées au contexte et aux parties prenantes d'un territoire. (MEDDE, 2014; Morris, 2016)

#### **4.1.4 Critiques de l'aspect cyclique des économies alternatives et amélioration possible**

Une critique très pertinente dans le cadre de cet essai par rapport à l'économie circulaire, tout comme les principes de recyclage, est que les boucles ne peuvent pas être infinies. En effet, que ce soit pour la matière ou l'énergie, les principes entropiques expliqués à la section trois de ce travail vont engendrer des pertes de qualité entropique de l'énergie qui ne pourra donc plus être captée et/ou utilisée de façon optimale. (Georgescu-Roegen, 1992) Même si les boucles étaient parfaitement fermées, la dégradation de l'énergie entraîne une finitude de ces cycles. L'ÉC ne peut donc pas être une mesure unique dans un contexte de décroissance de l'économie et du métabolisme industriels.

Autre point, les matériaux utilisés dans la nouvelle technologie entraînent une forte demande de matières premières, encore peu présentes dans les stocks de matières de la société. Ils nécessitent donc inévitablement de nouvelles extractions. Aussi, de nombreuses technologies manquent encore à l'appel quand il s'agit de créer des boucles parfaites, car un grand nombre de déchets sont difficilement voire impossibles à recycler. Les émissions de carbone de l'ensemble du métabolisme industriel ne peuvent pas dépendre uniquement d'une diminution des déchets. La décroissance absolue du métabolisme industriel

doit avoir lieu, car un ÉC ne pourra jamais être parfaitement mis en œuvre pour l'ensemble des territoires. (Sauvé, Normandin et McDonald, 2016)

Un aspect important soulevé par la Fondation Ellen MacArthur (s.d.) est que l'économie circulaire permet de créer de nombreuses opportunités économiques et d'emplois qui favorisent le développement des territoires. Cette vision, même si elle participe à la réappropriation locale du secteur industriel, va venir prôner une forme de croissance économique. En effet, il faut plutôt prôner ce développement pour les territoires en ayant besoin, mais dans une logique d'améliorer les conditions de vie et non de réaliser du profit. L'ÉC peut être vu comme un parfait outil du capitalisme, car elle minimise les coûts de production et de gestion postconsommation, ce qui vient augmenter l'offre et favoriser la consommation de biens. De plus, elle est facteur de création d'emplois qui, si elle n'est pas gérée correctement, aggrave la croissance physique de l'économie (voir section 3.3).

## **4.2 Les LOW-TECH, principes pour une nouvelle révolution industrielle**

Les questions de décroissance économique et de protection de l'environnement sont souvent mises en concurrence avec la notion de progrès. L'amalgame entre progrès et croissance économique expliqué à la section 1.1.2 semble être la cause profonde de cette incompréhension.

De plus, l'utilisation inadaptée et à outrance de la plupart des technologies avancées a été un élément clé dans l'augmentation des dommages environnementaux. Malgré cela, ces mêmes technologies sont souvent proposées comme une solution salvatrice à la crise environnementale. (Alexander et Yacoumis, 2018) Il est alors important de rappeler que la science et la technologie ne sont aucunement contraires à la préservation de l'environnement. La difficulté et la force d'une décroissance du métabolisme industriel tiennent dans une réflexion systémique autour de chaque apport technologique. Il faut plutôt analyser chaque cas suivant son contexte d'application et ses implications. (Jacques, 2015)

Cette sous-section a pour objectif de délimiter le concept de Low-Tech afin d'en montrer les apports dans une démarche visant à conjuguer décroissance économique et amélioration du rôle ainsi que de la pertinence du secteur industriel. Cela se fait premièrement grâce au questionnement autour du concept et de ses implications, puis deuxièmement par une réflexion quant à son application dans le domaine de la production industrielle.

### **4.2.1 Pourquoi changer le rapport à la technologie ?**

Les L-T ne doivent pas être considérés comme des alternatives antiprogrès, et même si leur définition reste floue, il est important de préciser que cet angle d'approche ne cherche pas à diviser les technologies en

« bonne » ou « mauvaise ». Par ailleurs, le principe de L-T est plutôt un questionnement à trois niveaux : pourquoi produit-on, que produit-on et comment produit-on. (Bihouix, 2015) En effet, l'obsolescence des produits est un moteur de l'augmentation de la consommation et donc de la production. Cette obsolescence est devenue de plus en plus rapide depuis les trente glorieuses, et les principes d'écoconception tentent de la freiner tout en diminuant les impacts environnementaux de la production. (Latouche, 2006) Le principe des low-tech va plus loin, et fait plus que d'augmenter la durée de vie relative d'un même produit, en questionnant la pertinence du degré de complexité de ce produit, voire la nécessité même du produit.

Dans son livre sur la décroissance, le scientifique français Guy Jacques (2015) rappelle dès la première page que le progrès technique ne saurait être la solution unique à la crise environnementale.

« Si nous entamons une décroissance économique, si nous émettons moins de gaz à effet de serre, alors, mais alors seulement, les avancées scientifiques et techniques seront utiles. Le changement climatique constitue un cas d'école. » (Jacques, 2015)

Les cycles de production, de consommation et de recyclage d'un bien industriel, quel que soit celui-ci, amènent obligatoirement une perte d'une partie des ressources de manière qualitative ou quantitative, lorsque décrits par l'entropie. (Bihouix, 2015) Il s'agit alors d'allonger les cycles de vie de produit, pour contrer la tendance à l'obsolescence ultrarapide, qu'elle soit programmée ou non. Ainsi, acheter local et améliorer les entités qui permettent une meilleure utilisation, un partage et plusieurs réparations sur un même bien, permet de le rendre durable ou semi-durable. Il s'agit aussi de tenter de se détacher de l'aspect marketing qui est l'esthétique des objets, souvent réfléchi pour augmenter les besoins de consommations (Pineault, 2013; Bihouix, 2015) C'est ici déjà un changement qui va venir bouleverser un grand nombre de mécanismes économiques mis depuis la première révolution industrielle. La machine productrice industrielle a été très vite orientée vers la consommation de masse et la multiplication des besoins des consommateurs pour alimenter la demande. Les L-T viennent transformer ce paradigme.

Les L-T cherchent à simplifier les objets technologiques et les ramenant à leur fonction première et en limitant les composantes quand elles n'apportent aucune fonction essentielle. (Bihouix, 2015) C'est un principe adaptatif qui ne renie en aucun cas les technologies de pointe, mais qui préfère adapter la technologie aux contraintes réelles de la fonction voulue et de l'environnement. Cette vision des objets techniques ouvre par ailleurs une infinité de réflexions en ingénierie afin d'améliorer les cycles de vie des produits, de les rendre plus accessibles, et de prévoir les problèmes sur un plus long terme.

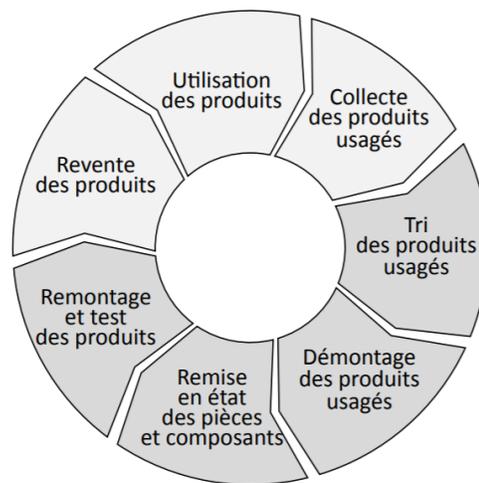
Dans une optique de résilience, les options de L-T semblent être une solution pour contrer des périodes où l'énergie et la matière seraient drastiquement moins disponibles et où l'économie serait instable. De plus, cette alternative amène une tendance de décroissance venant directement du secteur de production, plutôt que subie par une décroissance économique. (Alexander et Yacoumis, 2018)

Les L-T viennent aussi modifier les systèmes industriels extractivistes que sont, et particulièrement au Canada, les modèles linéaires de production industrielle. (Abraham, Murray et al, 2015)

#### 4.2.2 L'application industrielle, entre simplification, maintenance et performance

L'application des principes de L-T dans le secteur industriel vient s'inspirer de l'économie circulaire et y est même étroitement reliée. Le concept de L-T implique que la production initiale des objets doit être réfléchi afin de permettre au maximum de remanufacturer les objets.

La figure 4.4 suivante montre une boucle de « remanufacturing », qui est certes très longue et énergivore, mais permet de rallonger considérablement la durée de vie d'un objet.



**Figure 4.4 Boucle de remanufacturing, avec quatre étapes de transformation avant remise en circulation des produits** (inspiré de : Le Moigne, 2018, p.33)

Dans le secteur industriel, les machines de production sont le centre névralgique de toute la connaissance technologique et de tout le potentiel de production. Malheureusement, ces machines et les processus qui les accompagnent sont réfléchis dans une optique d'augmenter la productivité afin de réaliser des bénéfices. (Abraham, Murray et al., 2015) Les principes de L-T, combinés à une pensée cyclique et à une maintenance efficace, peuvent transformer les machines de production pour améliorer la qualité de la production et assurer une durabilité aux objets qui en sortent. (Le Moigne, 2018)

Il est particulièrement important de considérer l'aspect de maintenance de l'industrie. De nombreux acteurs industriels possèdent une accumulation de savoirs qui date du début du 20<sup>e</sup> siècle, voire d'avant, qui sont le résultat des toutes les révolutions industrielles. La maintenance est déjà une notion intégrée dans l'industrie, néanmoins elle devient un point névralgique du management des industries dans une optique de décroissance. (Le Moigne, 2018) En effet, la maintenance doit assurer au métabolisme industriel une optimisation de ses flux par rapport aux objectifs de production. Il ne s'agit pas ici d'amélioration de la productivité et des quantités produites, mais bien d'assurer une production égale à la précédente avec moins d'impacts sur la consommation d'énergie et de matière. La maintenance peut être un moyen pour les individus travaillant au sein d'une organisation de se réapproprier la technologie au-delà de l'impératif de croissance (Likavčan et Scholz-Wäckerle, 2018). L'objectif demeure de diminuer la taille du métabolisme industriel, sans chercher une croissance de l'économie, mais en assurant un confort de vie. Le tableau 4.1 suivant résume les différents types de maintenance qui peuvent limiter l'impact environnemental de l'industrie.

**Tableau 4.1 Différents types de maintenances en industrie** (inspiré de : Le Moigne, 2018)

<b>Maintenances</b>			
Maintenance corrective : exécutée après la détection d'une, doit permettre de ramener la machine dans un état où elle peut accomplir une fonction requise		Maintenance préventive : exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon certains critères et servant à réduire les probabilités de défaillance ou de dégradation du fonctionnement de l'appareil	
Maintenance palliative ou dépannage : action de maintenance corrective pour permettre au bien ou à la machine d'assurer provisoirement tout ou une partie de sa fonction	Maintenance curative ou réparation : action de maintenance corrective ayant pour but de rétablir l'appareil dans un état spécifié pour lui permettre d'accomplir la fonction requise	Maintenance systématique : définie selon une redondance temporelle ou selon un nombre d'usages définis et effectués sans contrôle de l'usure réelle du bien	Maintenance conditionnelle : maintenance préventive basée sur une surveillance du fonctionnement du bien ou de certains aspects de qualité

Au-delà de l'activité à l'intérieur même des industries, les L-T apportent une résurgence des petites entreprises manufacturières, celles dont les productions ne nécessitent pas d'énorme machinerie ou technologie. La réapparition de ces structures dans le métabolisme industriel local permet de rapprocher la production et donc les externalités de celle-ci, qu'elles soient positives ou négatives. Cette parcellisation

du tissu productif permet là encore une réappropriation des fonctions de production par les individus, améliore la résilience des sociétés, permet une meilleure coordination et entre parfaitement dans une dynamique de décroissance. (Bihouix, 2015; Likavčan et Scholz-Wäckerle, 2018).

### **4.3 Les ressources humaines et l'investissement, stratégies pour les entreprises en décroissance**

Le travail et donc le temps qui lui est accordé semblent être un point central de la décroissance et particulièrement quand on considère l'industrie. Le travail est une forme d'épanouissement différente des loisirs pour de nombreux individus, et même s'il a tendance à être une source d'oppression étant donné sa nature monétaire dans une société de consommation, il n'en reste pas moins un facteur déterminant des liens sociaux. (Ruhman, 2018; Schneider et al., 2010; Aronowitz, 1985; Skidelsky, 2014)

La question de l'emploi et de la place du travail dans la société est centrale et la crainte de sa détérioration est forte envers des logiques de décroissance et de leur impact social. Cette sous-section tente de démêler les idées reçues à propos de la mutation du travail. L'objectif de cette partie tient dans deux idées : relativiser la place du travail rémunéré et son importance, et définir des contours pour l'emploi dans une industrie postcroissance. « La croissance n'est pas la solution, y compris pour réduire le chômage. (Jacques, 2015) »

#### **4.3.1 La place stratégique de l'emploi**

Afin d'atteindre une décroissance physique de la société et de l'économie sans en altérer la qualité, il faut décroître la production, mais de toucher à la fois la consommation et le temps de travail. Dans son essai sur la décroissance publié en 2018, Alix Ruhman résume les liens entre ces trois composantes.

Premièrement, le lien entre la consommation et le travail implique qu'un individu qui travaille plus a de l'argent disponible pour augmenter sa consommation. Quand un individu réduit ses besoins de consommation, il peut également réduire le temps alloué à un travail rémunéré. (Pullinger, 2014; Ruhman, 2018).

Deuxièmement, le lien entre la production et le travail, pour une certaine quantité produite, est en lien direct avec la quantité de travail nécessaire. (Jackson et Victor, 2016) Cette relation est indéniable et représente la base de la valeur de la production où la productivité est multipliée par le temps de travail. La réduction des heures de travail mène cependant parfois à une augmentation de la productivité des travailleurs. Cette relation doit être prise en compte pour ne pas être déviée par un cercle de croissance capitaliste, mais orientée vers l'amélioration des conditions de travail et de la qualité des produits. (Ruhman, 2018; Nanda et Browne, 1977).

Troisièmement, le lien entre la production et la consommation est la base de l'équilibre sur laquelle repose une économie de marché. Ce point d'équilibre est mis à mal dans une économie décroissante, puisqu'une baisse de la production entraîne une baisse des produits disponibles sur le marché. Cela semble une relation évidente, de même que le fait qu'une baisse de la demande entraîne une baisse de l'offre et donc de la production, mais cette relation mérite une attention particulière dans le changement de paradigme économique.

Pour que le travail s'adapte à la décroissance, il s'agit de privilégier le travail dans l'économie vernaculaire, c'est-à-dire domestique. En effet, celle-ci ne relève pas d'une monétarisation, mais influence fortement le niveau de vie et l'épanouissement des individus. (Pineault, 2013) Pour contrer les retombées potentielles d'une décroissance économique sur l'emploi, il faut alors améliorer la sécurité de l'emploi et l'adaptation des contrats de travail. Néanmoins, il faut aussi accepter une diminution de la masse de travail rémunéré. Sinon, perdurer dans une logique d'accumulation de richesse ne permet pas une diminution de la taille de l'industrie. (Latouche, 2006) C'est alors qu'entrent en jeu les contrats et les postes basés sur la diminution du nombre d'heures travaillées et donc un salaire plus petit. Par exemple, particulièrement en usine, réaménager les quarts, limiter l'emploi de nuit, diviser un poste entre plusieurs personnes, participer à une faible rémunération du bénévolat pour augmenter son attrait dans un premier temps. Dans une logique de décroissance générale, cesser d'externaliser le travail devient important. En effet, cette décroissance des ressources humaines implique une augmentation des échanges, des transports, et finalement non pas une décroissance, mais plutôt un déplacement.

La gouvernance est un aspect orienté vers la croissance, mais qui peut être réorienté à des fins générales de responsabilité sociale des entreprises. Des précurseurs français en la matière montrent que l'implication des salariés dans les décisions de l'entreprise est bénéfique pour limiter les impacts environnementaux et augmenter la pertinence sociale de la structure. De plus, la fidélité des employés assure une amélioration continue des savoirs, reste donc à les orienter vers la qualité et non l'augmentation de la production. (Druon et Hopkins, 2016)

Fixer un plafond de bénéfices et notamment des salaires les plus hauts et imposer de reverser les profits supérieurs peut forcer une stabilisation de la croissance. Tout d'abord, parce que la plupart des dirigeants des plus grosses industries voient leur salaire dépendre de la croissance des bénéfices, ce qui les amène à la favoriser au maximum. Ensuite, parce que cette limitation entre dans un autre objectif de la décroissance, celui de diminuer les inégalités sociales. (Gomez, 2016, 08 décembre; Jackson, 2017)

Comme le rappellent les défenseurs de l'économie circulaire, ramener des emplois localement est une source de résilience face à de probables chocs économiques. Dans un contexte de décroissance, qu'elle soit subie ou souhaitée, prôner l'emploi local reste un gage important de résistance sociale. (Ellen MacArthur Foundation, s.d.)

#### **4.3.2 Les pratiques d'investissement, ou comment redonner une pertinence environnementale à l'accumulation monétaire**

La voie de l'argent est souvent celle suivie par les individus, notamment dans une économie ultramonétariste. Déjà, dans une optique de transition énergétique, l'investissement local et dans les énergies vertes était recommandé. Seulement, ces investissements sont souvent justifiés par l'argument de rentabilité en plus de l'argument environnemental. Dans une optique de décroissance du métabolisme industriel, il est certain qu'un investissement des surplus dans l'industrie de proximité et dans des énergies locales plus durables ainsi que dans l'amélioration des filières de gestion des matières résiduelles est important. (Martin, Marcos, Aguayo, Lama, 2017)

Dans une optique de symbiose industrielle, il faut alors se concentrer sur l'amélioration des acteurs déjà présents et ne pas compter sur la création de nouveaux parcs éco-industriels, qui facilitent certes la symbiose, mais appellent des impacts écologiques importants et une augmentation de la taille du secteur industriel. En effet, l'amélioration constante des pratiques de productions et la recherche de rentabilité ont souvent poussé les entreprises à créer de nouvelles entités et usines, parfois délocalisées. Si ces usines sont plus performantes, parfois plus respectueuses de l'environnement, elles représentent une augmentation du territoire alloué à la production industrielle et un abandon d'anciens sites contaminés difficiles à réhabiliter. (Chevalier, 1995)

#### **4.4 Recommandations**

Les sections précédentes de ce travail ont fait ressortir des tendances quant à la possible adaptation du modèle industriel capitaliste dans une économie décroissante. L'analyse des alternatives dans ce chapitre permet de montrer les points clés autour desquels un nouveau paradigme doit être bâti. Les recommandations qui suivent prennent en compte les principes évoqués dans les trois premiers chapitres et les transposent à l'industrie, que ce soit les aspects de progrès ou la prise en compte de la thermodynamique, afin de conserver les aspects positifs du secteur industriel pour la société. Cette section propose des recommandations aux acteurs de l'industrie, mais également aux économistes de la décroissance et aux décideurs locaux. Dans une relative retenue, tant le sujet d'étude est vaste, voici les recommandations générales qui ont émergé de ce travail.

Cinq grandes recommandations regroupent les aspects critiques à intégrer en technologies et progrès, en impacts environnementaux, en modèle économique, en gestion de la matière et de l'énergie ainsi que pour l'organisation du travail et de sa dimension sociale.

### **Notions importantes pour l'aspect technologique et progrès**

- Les technologies doivent être sauvegardées et développées pour éviter une régression, mais les objets de la vie de tous les jours doivent être simplifiés.
- Les technologies doivent être plus simples et conçues dans un principe d'écoconception afin d'allonger leur durée de vie en favorisant leur maintenance et en permettant aux individus de se les réapproprier.
- Les machineries de grandes tailles, indispensables à la création de certains biens, doivent être l'objet d'une maintenance préventive et être optimisées afin de minimiser la création de déchets et la dégradation de la qualité de l'énergie.
- Les technologies utilisant une trop forte quantité de terres rares sont problématiques. Tout d'abord, dans un besoin énergétique à l'extraction, puis par la complexité de leur recyclage. Elles sont donc à limiter.

### **Notions importantes pour les impacts environnementaux**

- Les industries doivent faire l'objet de mesures restrictives, tant économiques que pour leur accès aux ressources. (ex. : taxes, quotas de produits recyclés, obligation d'utiliser des énergies plus vertes), ou de mesures inverses les poussant à prôner une décroissance physique.
- La simplification des procédés, notamment chimiques, doit limiter au maximum les contaminations.
- La prise en compte des analyses de cycle de vie doit être automatique pour prendre les décisions les plus responsables possible.

### **Notions importantes pour le modèle économique**

- Un principe d'intégration des externalités négatives et positives dans la fixation du prix sur les marchés semble indispensable, mais une décroissance économique choisie pourrait être un pas de plus.
- De nouveaux indicateurs prenant en compte les impacts sociaux et environnementaux pourraient relativement faire diminuer l'impératif de croissance économique.

- Les taux de rendement des placements monétaires doivent être rattachés à des conditions de rentabilité matérielles et non plus à des variations boursières volatiles dépendantes des tendances d'investissements.

### **Notions importantes pour la gestion de la matière et de l'énergie**

- L'analyse des flux peut permettre d'identifier les activités les moins efficaces d'un point de vue métabolique et ainsi privilégier leur restructuration.
- Le concept d'écologie circulaire doit être intégré dans toutes les sphères industrielles pour limiter les flux entrants et sortants du métabolisme industriel.
- Malgré tout, la question de la perte de qualité entropique doit être davantage intégrée dans les analyses de flux. Le mirage du système fonctionnant en boucle fermée n'est pas viable. Les principes des 5RV-E sont essentiels à la diminution de la taille physique de l'économie, mais n'assurent pas une stabilisation totale des besoins en énergie et matière.

### **Notions importantes pour l'approche du travail et du social**

- La décroissance de l'économie doit être accompagnée d'une meilleure répartition du travail entre la sphère domestique et la sphère monétaire.
- L'anticipation et la création de nouveaux modèles productifs plus locaux doivent permettre une résilience du métabolisme industriel dans des cas de décroissance subie par une crise du modèle capitaliste.
- Les activités vernaculaires doivent être mises en avant par les institutions ou même par les entreprises elles-mêmes afin d'améliorer leurs impacts sociaux.
- Le paradigme d'accumulation de richesse doit être mis au second plan, derrière le bien-être social et environnemental.

## CONCLUSION

Le secteur industriel est étroitement lié au modèle capitaliste et semble un facteur clé pour une transformation du paradigme économique dominant. Si la notion de progrès est associée à la croissance, de nombreuses économies alternatives montrent qu'une autre réflexion est possible. De plus, l'urgence environnementale va nécessiter des ruptures fortes de paradigmes dans les prochaines années auxquelles la société et le modèle de production de bien ne semblent pas préparés. Puisque l'économie est un puissant moteur de ce monde, il est pertinent de réfléchir aux conséquences d'une modification de celle-ci sur tous les aspects de la vie quotidienne. Les théories de la décroissance semblent être une voie de sortie face aux impasses du modèle actuel, mais encore faut-il réfléchir et préparer intelligemment les sphères de la société pour anticiper et éviter des réactions en chaîne dévastatrices pour l'humanité.

Le secteur industriel est au centre des modes de vie dans les pays dits développés, et l'extractivisme qui en découle est un facteur primordial de la dégradation de l'environnement. Prendre en compte les relations entre industrie et économie ainsi que les possibilités de modification de la structure industrielle semble alors nécessaire dans la réflexion d'une société durable. C'est pourquoi l'objectif de cet essai était de réfléchir la structure du modèle industriel dans un contexte de décroissance absolue de l'économie pour permettre une transition positive.

La réflexion s'est appuyée sur un retour historique et théorique poussé autour de toutes les notions qu'impliquait l'objectif initial. Cette recherche a permis de saisir toute l'ampleur et l'importance des systèmes industriels et d'une impossible croissance infinie. Le retour historique a permis quant à lui de légitimer le choix du sujet et de rappeler les liens étroits entre économie et industrie. Il a également montré que la nature même des structures industrielles était pensée dans une optique de croissance et que la modification de cette structure représentait un défi. L'aspect indéfini et l'étendue du sujet ont été réalisés lors de ce travail, justifiant encore la nécessité d'une réflexion qui ferait les liens entre les diverses théories.

Néanmoins, après une recherche d'alternatives, il est apparu clairement que si le sujet était central, les alternatives s'appuyaient pour la plupart sur un découplage entre croissance économique et diminution des impacts écologiques. L'analyse permet ainsi de voir qu'une action au niveau des industries serait très bénéfique à l'émergence d'une décroissance, mais qu'elle est très difficilement opérationnalisable à l'heure actuelle. Des alternatives sont nombreuses quant à l'impact du système de production sur l'environnement et sur la société, mais celle-ci ne cadre pas forcément avec des impératifs de décroissance économique et de décroissance physique du métabolisme social et industriel. L'essai s'est donc concentré

sur une analyse critique de ces alternatives afin de voir si des tendances pouvaient être dégagées pour réfléchir à une nouvelle structure de production.

Il est impossible à l'heure actuelle de donner des certitudes quant à l'avenir de l'industrie et de sa forme dans un contexte économique de décroissance. Néanmoins, la résilience de l'industrie et le niveau de vie qu'elle permet dans les pays du nord dépendent d'une anticipation des futurs changements. La décroissance en tant que théorie économique est très large, mais bien que l'essai n'ait pas cherché à prouver sa pertinence, il semble important de mentionner que résoudre les problèmes actuels nécessite de trouver un système différent de celui qui les a engendrés. Ainsi, les liens établis dans ce travail entre des principes multidisciplinaires et leurs implications dans l'industrie élèvent la recherche de solution à un niveau systémique.

L'urgence des conditions environnementales ainsi que le règne de l'économie capitaliste semblent être un obstacle à toute alternative, mais la recherche d'alternatives paraît alors encore plus indispensable. L'industrie occupe un aspect central, et les inquiétudes quant à une diminution de la qualité de vie freinent tout effort de changement. Pourtant, la valeur de la technologie, le confort engendré, la dépendance à la production de certains biens de façon uniquement industrielle, l'accumulation de savoir en ingénierie, et tous les aspects dont dépendent la société par rapport au système industriel, font que la réflexion est nécessaire. Anticiper le changement permet de sauvegarder les points positifs apportés par l'industrie dans les pays occidentaux, tout en la transformant en moteur d'égalité, d'amélioration de la vie humaine, et en sauvegardant l'environnement dont dépend la vie sur terre. Il serait intéressant de creuser les implications entre une décroissance physique de l'économie et ses conséquences sur la structure industrielle, de même que de réfléchir à une opérationnalisation de ces changements. Que ce soit sur les plans social, scientifique ou politique, il reste une réflexion immense à faire.

## RÉFÉRENCES

- Abraham, Y.-M. et Murray, D. (2015). *Creuser jusqu'où? Extractivisme et limites à la croissance*. Montréal, Québec : Écosociété.
- Adler, J. H. (2002). Fables of the Cuyahoga: Reconstructing a history of environmental protection. *Fordham Environmental Law Journal*, 89(1). Repéré à <https://search-ebshost-com.ezproxy.usherbrooke.ca/login.aspx?direct=true&db=edshol&AN=edshol.hein.journals.frdmev14.9&lang=fr&site=eds-live>
- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME). (2017). *Économie circulaire*. ADEME. Repéré à <http://www.ademe.fr/expertises/economie-circulaire>
- 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(2), 1840–1848.
- Anastakis, D. (2019). Industrialisation au Canada. Dans *l'Encyclopédie Canadienne*. Repéré à <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/industrialisation>
- Arctic Monitoring and Assessment Program (AMAP). (2017). *Snow, Water, Ice and Permafrost in Arctic*. Repéré à <https://www.amap.no/documents/doc/Snow-Water-Ice-and-Permafrost.-Summary-for-Policy-makers/1532>
- Aronowitz, S. (1985). Why work? *Social text*, (12), 19-42. Repéré à : [https://www-jstor-org.ezproxy.usherbrooke.ca/stable/466602?seq=1#metadata\\_info\\_tab\\_contents](https://www-jstor-org.ezproxy.usherbrooke.ca/stable/466602?seq=1#metadata_info_tab_contents)
- Attali J. (2006). *Une brève histoire de l'avenir*. Paris, France : Fayard.
- Barbier, E. B. (2012). *Un new deal écologique mondial : repenser la reprise économique (1ère)*. Louvain-la-Neuve, Belgique : De Boeck.
- Beaud, M. (2010). *Histoire du capitalisme 1500-2010 (6e éd.)*. Paris, France : Seuil.
- Bernier, H. (2003). *L'activité humaine et l'environnement : statistiques annuelles 2003*. Ottawa, Ontario : Statistiques Canada, division des comptes et de la statistique de l'environnement.
- Berstein, S., & Milza, P. (1996a). *Histoire du XIX e siècle*. Paris, France : Hatier.
- Berstein, S., & Milza, P. (1996b). *Histoire du XX e siècle, tome 1 (1900-1945)*. Paris, France : Hatier.
- Berstein, S., & Milza, P. (1996c). *Histoire du XX e siècle, tome 2 (1945-1973)*. Paris, France : Hatier.
- Bihoux, P. (2015). L'impossible croissance : mortifère croissance « verte » Dans Y.-M, Abraham et D. Murray (dir.), *Creuser jusqu'où ? : Extractivisme et limites à la croissance* (p. 161-173). Montréal, Québec : Écosociété.
- Brulot, S., Maillfert, M. et Joubert, J. (2014). Stratégies d'acteurs et gouvernance des démarches d'écologie industrielle et territoriale. *Développement durable et territoires*, 5(1), p. 1-26. Repéré à <http://developpementdurable.revues.org/10082>
- Centre de transfert technologique en écologie industrielle (CTTÉI). (s.d). *Qu'est-ce qu'une symbiose industrielle?* Repéré à <https://www.synergiequebec.ca/symbioseindustrielle/>

- Chessel, M.-E. (2012). Histoire de la société de consommation. Paris, France : Éditions La Découverte.
- Chevalier, P. (1995). Gestion de l'environnement en milieu urbain et industriel. Sainte-Foy, Québec : Télé-Université.
- Christmann, P. (2011). Les nouvelles ressources en minerais stratégiques : l'exemple des terres rares. *Géoéconomie*, 59(4), 75-86.
- Christmann, P. (2011). Les nouvelles ressources en minerais stratégiques : l'exemple des terres rares. *Géoéconomie*, 59(4), 75-86. Repéré à : <https://www.cairn.info/revue-geoeconomie-2011-4-page-75.htm>
- Cohen D. (2006). Trois leçons sur la société post-industriel. Paris, France : Seuil.
- Custers, P. (2010). The Tasks of Keynesianism Today: Green new deals as transition towards a zero-growth economy? *New Political Science*, 32(2), 173-191.
- Daly, H. E. et Cobb, J. B. (1989). For the Common Good: Redirecting the economy toward community, environment, and a sustainable future. Boston, MA : Beacon Press.
- Daly, H.E. (1992). Allocation, Distribution and Scale: Towards an économie that is efficient, just, and sustainable. *Ecological Economie*, (6), 185-193.
- Dietz, R., O'Neill, D. (2013). Enough Is Enough: Building a sustainable economy in a world of finite resources. San Francisco, CA: Berrett-Koehler Publishers, Inc.
- Druon, E. et Hopkins, R. (2016). Écologie: entreprendre sans détruire. Paris, France: Actes Sud.
- Dubois, P. J. (2004). Vers l'ultime extinction ? Paris, France : Éditions de La Martinière.
- Ellen MacArthur Foundation (s.d.). Fondation Ellen MacArthur. Ellen MacArthur Foundation. Repéré à <http://www.circulareconomy.com/fr/fondation-ellen-macarthur/la-fondation>
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). What Is the Circular Economy. Repéré à <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/what-is-the-circular-economy>
- Erkman, S. (2004). Vers une écologie industrielle : comment mettre ne pratique le développement durable dans une société hyper-industrielle. Paris, France : Éditions Charles Léopold Mayer.
- Esseghaier, L. (2016). Interrelation de l'écologie industrielle et de l'économie circulaire – Étude du parc industriel et portuaire de Bécancour (Essai de maîtrise). Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec. Repéré à <https://savoirs.usherbrooke.ca/handle/11143/8201>
- Fan, X., Bourg, D. et Erkman, S. (2006). L'économie circulaire en Chine. *Futuribles*, 324, p.21-41
- Fortin, M. J., & Fournis, Y. (2014). Vers une définition ascendante de l'acceptabilité sociale : les dynamiques territoriales face aux projets énergétiques au Québec. *Natures Sciences Sociétés*, 22(3), 231-239.
- Foucart S. (2019, 15 août) Une agence américaine confirme que le mois de juillet 2019 a été le plus chaud jamais observé. *Le Monde*. Repéré à [https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/08/15/le-mois-de-juillet-2019-a-bien-ete-le-plus-chaud-jamais-observe\\_5499762\\_3244.html](https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/08/15/le-mois-de-juillet-2019-a-bien-ete-le-plus-chaud-jamais-observe_5499762_3244.html)

- Fressoz, J.-B., Graber, F., Locher, F. et Quenet, G. (2014). Introduction à l'histoire environnementale. Paris, France : La Découverte.
- Gagné, R. (2018). Les économies alternatives dans un contexte de décroissance: de microsystèmes fragmentés à une transition écologique globale (Essai de maîtrise). Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec. Repéré à [https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/12624/Gagne\\_Renaud\\_MEnv\\_2018.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/12624/Gagne_Renaud_MEnv_2018.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Gemenne, F. (2015). L'enjeu Mondial : l'environnement. Paris, France : Sciences Po, Les presses.
- Georgescu-Roegen, N. (1995). La décroissance : entropie, écologie, économie. Paris, France : Sang de la Terre.
- Global Carbon Project (2019) Data. Repéré à : <https://www.globalcarbonproject.org/products/internetResources.htm#Data>
- Global Footprint Network (2019) Earth overshoot day. Repéré à <https://www.footprintnetwork.org/our-work/earth-overshoot-day/>
- Gomez P.Y. (2016, 8 décembre). Les salaires des grands patrons augmentent chaque année, en dépit de toute logique. Le Monde. Repéré à [https://www.lemonde.fr/idees/article/2016/12/08/fixer-le-salaire-des-grands-patrons-une-operation-tres-opaque\\_5045277\\_3232.html](https://www.lemonde.fr/idees/article/2016/12/08/fixer-le-salaire-des-grands-patrons-une-operation-tres-opaque_5045277_3232.html)
- Gorz, A., & Bosquet, M. (1977). Écologie et liberté. Paris, France : Éditions Galilée.
- Goussot, M. (1998). L'industrie dans le monde. Paris, France : Armand Colin.
- Guerrien B. et Bénicourt E. (2008). La théorie économique néoclassique. Paris, France : La Découverte.
- Habib, K., Hamelin, L., et Wenzel, H. (2016). A dynamic perspective of the geopolitical supply risk of metals. *Journal of Cleaner Production*, 133, 850–858.
- Harribey, J.-M. (2004). Le développement a-t-il un avenir? Pour une société économie et solidaire. Barcelone, Espagne : Mille et une nuits.
- Hobsbawm, E. J. (2008). L'âge des extrêmes: histoire du court XXe siècle, 1914-1991. Bruxelles, Belgique : André Versailles Éditeur.
- Hotelling, H. (1929). Stability in Competition. Repéré à <http://www.math.toronto.edu/mccann/assignments/477/Hotelling29.pdf>
- Institut de l'environnement, du développement durable et de l'économie circulaire (EDDEC). (2019). L'économie circulaire. Repéré à : <http://instituteddec.org/linstitut/quest-ce-queconomie-circulaire>
- Jackson, T. (2017). Prosperity Without Growth: Foundations for the economy of tomorrow (2e édition). Abingdon, Royaume-Uni: Routledge.
- Jackson, T. et Victor, P. A. (2016). Does Slow Growth Lead to Rising Inequality? Some Theoretical Reflections and Numerical Simulations. *Ecological Economics*, 121, 206-219.
- Jacques, G. (2015). Oser la décroissance. Paris, France : Harmattan.
- Klitgaard, K.A., Krall, L. (2012). Ecological Economics, Degrowth, and Institutional Change. *Ecological Economics*, 84, 247-253.

- Larrère, C. (2015). Anthropocène : le nouveau grand récit. *Esprit*, décembre(12), 46-55. Repéré à <https://www.cairn.info/revue-esprit-2015-12-page-46.htm>
- Latouche, S. (2006). *Le pari de la décroissance*. Paris, France : Fayard.
- Laurent, E. et Le Cacheux, J. (2015). *Économie de l'environnement et économie écologique : Les nouveaux chemins de la prospérité* (2e). Paris, France : Armand Colin.
- Lavoisier, A. L. (1793). *Traité élémentaire de chimie : présenté dans un ordre nouveau et d'après les découvertes modernes*. Paris, France : Cuchet.
- Le Moigne, R. (2018). *L'Économie circulaire: Stratégie pour un monde durable* (2<sup>e</sup> éd.). Paris, France : Dunod.
- Leakey, R. E., & Lewin, R. (1995). *The Sixth Extinction: Biodiversity and its survival*. London, England: Weidenfeld and Nicolson.
- Lévy, J.C. (2009). *L'économie circulaire: l'urgence écologique? Monde en transe, Chine en transit*. Paris, France, Presse de l'école nationale des Ponts et chaussées.
- Likavčan, L., & Scholz-Wäckerle, M. (2018). Technology appropriation in a de-growing economy. *Journal of Cleaner Production*, 197(2), 1666–1675.
- Martín, A. M., Marcos, M., Aguayo, F., et Lama, J. R. (2017). Smart Industrial Metabolism: a literature review and future directions. *Procedia Manufacturing*, 13, 1223–1228.
- Martinez-Alier, J. Pascual, U. Vivien, F-D. Zaccai, E. (2010). Sustainable De-growth: Mapping the context, criticisms and future emergent paradigm. *Ecological Economics*, 69(7), 1741-1747. Repéré à <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800910001606>
- Massard, G. (2015). *Écologie industrielle et économie circulaire: des concepts à la réalité*. Repéré à <http://www.genie.ch/library/h/ecologie-industrielle-et-economie-circulaire-des-concepts-a-la-realite.html>
- Mathieu, J.-L. (2005). *La population mondiale* (3<sup>e</sup> éd.). Paris, France : Armand Colin.
- Meadows, D., Meadows, D., Randers, J. et Behrens III, W. W. (1972). *The Limits to Growth*. New York, NY: Universe Press.
- Meignen, L. (1990). *Histoire des faits économiques et sociaux : de la " révolution " industrielle à la seconde guerre mondiale*. Paris, France : Presses universitaires de France.
- Morris, A. (2016). *L'analyse de flux de matières au Québec : méthodes et enjeux d'opérationnalisation dans une perspective d'économie circulaire*. (Essai de maîtrise). Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec. Repéré à : <https://search-ebsohost-com.ezproxy.usherbrooke.ca/login.aspx?direct=true&db=ir00926a&AN=sudes.11143.8173&lang=fr&site=eds-live>
- Ministère français de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE). (2014). *Comptabilité des flux de matières dans les régions et les départements*. Nancy, France : MEDDE.
- Ministère français de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE). (2013). *L'économie circulaire*. Repéré à <https://www.ecologie-solidaire.gouv.fr/leconomie-circulaire>

- Mumford, L. (1950). *Technique et civilisation*. Paris, France : Éditions du Seuil.
- Nadeau, R. L. (2015). The Unfinished Journey of Ecological Economics. *Ecological Economics*, 109, 101–108.
- Nanda, R. et Browne, J.J. (1977). Hours of work, job satisfaction and productivity. *Public Productivity Review*, 2(3), 46-56.
- Northrop, E. (2014). Prosperity Without Growth: Economics for a finite planet. *Eastern Economic Journal*, 40(3), 440–442
- Nuckle, J. (2017). *Analyse du potentiel durable de la symbiose industrielle comme stratégie de déploiement régional de l'économie circulaire au Québec*, (Mémoire de maîtrise). Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec. Repéré à <http://savoirs.usherbrooke.ca/handle/11143/11574>
- O'Neill, D.W. (2012). Measuring Progress in the Degrowth Transition to a Steady State Economy. *Ecological Economics*, 84, 221-231. Repéré à <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800911002266>
- Olivier, M. J (2012). *Chimie de l'environnement*. Saint-Robert, Québec : Lab Éditions.
- Ordonnez Soto, F. 2018. Économie de la fonctionnalité : Comment les secteurs industriels et des services deviennent-ils des axes du développement durable (Essai de maîtrise). Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec.
- Orée (2008). *Mettre en oeuvre une démarche d'écologie industrielle sur un parc d'activités*. Lyon, France : Société alpine de publications.
- Pineault, E. (2013). Ce que décroître veut dire. *Relation*, (756), 21-24. Repéré à <http://cjf.qc.ca/revuerelations/publication/article/ce-que-decroitre-veut-dire/>
- Pineault, E. (2018). Décroissance et économie écologique : quelques notions introductives. Communication présentée au carrefour de l'information de l'Université de Sherbrooke. <https://www.youtube.com/watch?v=oarwJ6Cc-4o&feature=youtu.be>
- Programme des Nations Unies pour l'environnement. PNUE (2007). *Global Environment Outlook 4: Environment for Development*. Repéré à [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7646/-Global%20Environment%20Outlook%20%204%20\(GEO-4\)-2007768.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7646/-Global%20Environment%20Outlook%20%204%20(GEO-4)-2007768.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Pullinger, M. (2014). Working time reduction policy in a sustainable economy: Criteria and options for its design. *Ecological Economics*, 103, 11-19.
- Rebecca, Z. (2016). Capitalising on the Third Industrial Revolution. *Journal of the Australian & New Zealand Institute of Insurance & Finance*, 39(3), 1-5.
- Rifkin, J. (2016). How the Third Industrial Revolution Will Create a Green Economy. *NPQ: New Perspectives Quarterly*, 33(1), 6–10.
- Rioux, J.-P. (1971). *La révolution industrielle, 1780-1880*. Paris, France : Éditions du Seuil.

- Rockström, J., Steffen, W. L., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F. S., Lambin, E., ... et Nykvist, B. (2009). Planetary Boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and society*, 14(2). Repéré à <https://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>
- Rodhain, F. (2007). Changer les mots à défaut de soigner les maux : critique du développement durable. *Revue française de gestion*, 176(7), 203-209.
- Roegen, N. G. (1971). *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Roegen, N.G. (1995). *La décroissance : entropie, écologie, économie*. Paris, France : Sang de la Terre.
- Ruhlman, A. (2018). *La décroissance : Une alternative pour le Québec ?* (Essai de maîtrise). Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec. Repéré à <https://savoirs.usherbrooke.ca/handle/11143/13633>
- Ruth, M. (2018). *Advanced Introduction to Ecological Economics*. Alberta, Canada : Edward Elgar Publishing.
- Sauvé, S., Normandin, D., & McDonald, M. (2016). *L'Économie circulaire : une transition incontournable*. Repéré à : <file:///C:/Users/Utilisateur/Downloads/9782760636767.pdf>
- Schmelzer, M. (2015). The Growth Paradigm: History, hegemony, and the contested making of economic growthmanship. *Ecological Economics*, 118, 262–271.
- Schneider, F., Kallis, G., Martinez-Alier, J. (2010). Crisis or Opportunity? Economic Degrowth for Social Equity and Ecological Sustainability. *Ecological Economics*, 18(6), 511-518.
- Schor, J. B. (2005). Prices and Quantities: Unsustainable consumption and the global economy. *Ecological Economics*, 55(3), 309–320.
- Schumpeter, J. A. (1951). *Capitalisme, socialisme et démocratie*. Paris, France : Payot.
- Skidelsky, E. (2014). *Keynote on basic income*. [vidéo]. Hambourg, Allemagne : Unconditional Basic Income Europe Conference.
- Smith, A. (1776). *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations*. Paris, France: Édition Galimard.
- Sorman, A. H. and Giampietro, M. (2013). The Energetic Metabolism of Societies and the Degrowth Paradigm: Analyzing biophysical constraints and realities. *Journal of Cleaner Production*, 38, 80–93.
- Steffen W., Sanderson A., Tyson P.D., Jäger J., Matson P.A., Moore III B., Oldfield F., Richardson K., Schellnhuber H.J., Turner B.L., Wasson R.J. (2004). *Global Change and the Earth System: A planet under pressure*. New York, New-York, Springer-Verlag.
- Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O., & Ludwig, C. (2015). The Trajectory of the Anthropocene: The great acceleration. *The Anthropocene Review*, 2(1), 81-98.
- Steffen, W., Crutzen, P. J. et McNeill, J. R. (2007). The Anthropocene: Are humans now overwhelming the great forces of nature. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 36(8), 614-622.

- Stockholm Resilience Center. (2015). The Nine Planetary Boundaries. Repéré à <http://www.stockholmresilience.org/research/planetaryboundaries/planetary-boundaries/about-the-research/the-nine-planetary-boundaries.html>
- Testot, L. (2011). Le défi de l'Anthropocène. *Les Grands Dossiers des Sciences Humaines*, 25(12), 21-21. Repéré à <https://www.cairn.info/magazine-les-grands-dossiers-des-sciences-humaines-2011-12-page-21.htm>.
- Thibodeau, M. (2019, 4 juillet) Le Canada, l'un des plus gros producteurs de déchets de la planète. *La Presse.ca*. Repéré à <https://www.lapresse.ca/actualites/environnement/201907/03/01-5232619-le-canada-lun-des-plus-gros-producteurs-de-dechets-de-la-planete.php>
- Victor, P. A. (2008). *Managing Without Growth: Slower by design, not disaster*. Cheltenham, Royaume-Uni: Edward Elgar Publishing Limited.

## **BIBLIOGRAPHIE**

Klein, N. (2015). *Tout peut changer: capitalisme et changement climatique*. Montréal, Québec : Lux éditeur.