

Grégory **Richa**
Emmanuelle **Ledoux**

PIVOTER VERS UNE INDUSTRIE CIRCULAIRE

DUNOD

Éditorial : Guillaume Clapeau et Margaux Lidon

Fabrication : Nelly Roushdi

Graphisme de couverture : Studio Dunod

Mise en page : Belle Page

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du

Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod 2022

11, rue Paul Bert, 92240 Malakoff

www.dunod.com

ISBN 978-2-10-083899-8

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Sommaire

Introduction	1
--------------	---

Partie 1

Comprendre 7

1 Du linéaire au circulaire : la nécessité de changer de modèle 9

Industrie linéaire, un modèle inadapté 10

Linéaire, de bout en bout 10

Un modèle dans l'impasse 13

La technologie ne fera pas tout 19

Émergence de la circularité 21

Économie circulaire et industrie circulaire 21

De la circularité à la consommation de masse 22

Limites planétaires et industriels précurseurs 24

Conceptualisation et réglementation 25

Une économie circulaire à seulement 8,6 % 28

Pivoter vers la circularité 30

Les cinq bénéfices d'un pivot vers la circularité 30

De la décarbonation à la réindustrialisation :

un pivot au potentiel élevé 33

2 L'industrie circulaire, approche et amorce 37

Une approche par les chaînes de valeur, au-delà des cœurs d'usine 38

Repenser l'intention 38

Circulariser son modèle 42

Accélérer le passage à l'échelle 46

L'amorce d'un changement de cadre 49

Changement de la demande 50

Accentuation de la réglementation pour la circularité 51

Une nouvelle focale pour les investisseurs 53

Des inactifs aux pionniers : les 4 personas du changement de trajectoire 54

Partie 2

Repenser

61

3 Pivoter vers les 6 modèles économiques circulaires

63

Révéler de nouvelles formes de valeur

64

Le cycle matière

66

Modèle n°1 : durabilité des ressources

66

Le cycle d'utilisation

69

Modèle n°2 : extension de la durée de la vie

69

Modèle n°3 : vente d'un usage plutôt que d'un produit

71

Le cycle de régénération

73

Modèle n°4 : régénération des produits

74

Modèle n°5 : régénération des composants

et des matériaux

78

Le traitement des externalités résiduelles

79

Modèle n°6 : optimisation

de l'empreinte environnementale

79

Étendre la création de valeur

82

Des modèles circulaires à combiner

82

Développer de nouvelles verticales

85

4 Repenser le design des produits

87

Pratiques et limites du design actuel

88

Conception de produits et consommation de masse

88

Éco-conception en milieu linéaire

90

Comment concevoir des biens

pour les 200 prochaines années ?

93

Designer pour la circularité : les cinq principes

94

Choisir des ressources locales et durables

95

Designer frugal et bas carbone

98

Designer pour l'usage

100

Designer pour la réparabilité

103

Designer des produits ouverts

104

L'emballage, une source potentielle de dissonances

106

Sobriété, dé-marketing et nouveaux usages

110

5	Adapter les modèles industriels	113
	Des cœurs d'usine bas carbone et exemplaires	114
	Efficience des process industriels	114
	Valorisation des déchets et des rejets	115
	Des cœurs d'usine exemplaires	116
	Des opérations circulaires de bout en bout	120
	(Re)sourcing local	121
	Fabrication circulaire	125
	Maintenance et performance d'usage	127
	Démantèlement, gestes de tri et mines urbaines	130
	Extension des interfaces	132
	D'une économie globale à une économie multi-locale	134
	Retrouver la culture du faire	134
	Exécution locale, amplification multi-locale	136
	Opérations circulaires : un nouveau modèle de compétitivité ?	138

Partie 3

Accélérer 145

6 Se mettre en mouvement 147

	Cartographie des freins à l'émergence et l'accélération	148
	Les freins à l'émergence des modèles	148
	Les freins à l'accélération du passage à l'échelle	150
	Itinéraires de changements des modèles	153
	Redevenir une start-up	154
	Faire pivoter les industriels nativement linéaires	155
	Scaler les industriels nativement circulaires	157
	Effet boule de neige et leaders responsables	160
	Déverrouiller l'innovation et l'exécution	162
	De l'usage des dissonances pour changer d'ADN	163
	Apprendre à se planter, sans se planter	164
	L'approche <i>low fab/low code</i>	168
	Circular Valley et innovation en réseau	172
	Mode d'emploi : amorcer son pivot en 25 questions	174

7	Inventer un nouveau cadre pour l'industrie circulaire	177
	Adapter la réglementation	178
	Une réglementation qui accompagne les acteurs industriels	179
	Une visibilité et des suivis à garantir	180
	Des vides juridiques à combler	181
	Structurer l'économie pour le circulaire	182
	Orienter la fiscalité vers l'économie circulaire	183
	Transformer la commande publique	184
	Flécher les investissements privés	186
	L'économie circulaire des territoires : une économie du PIB local	187
	Changer les comportements	189
	Les publics-cibles : consommateurs, industriels et acteurs territoriaux	189
	Les outils : informations, actions de sensibilisation et formations	190
	Conclusion	199
	Liste des entreprises citées	201
	Glossaire	207
	Remerciements	213

Introduction

Pivoter vers une industrie circulaire

Le pivot est un concept issu du monde des start-up*¹. Il désigne un changement de direction motivé par la recherche de nouveaux modèles économiques, en réaction à des approches qui ne fonctionnent pas ou plus. C'est bien un pivot que doit réaliser l'industrie, en passant d'un modèle linéaire à un modèle circulaire.

Depuis plusieurs années, des industriels pionniers ont engagé une transformation inspirante. Veja fabrique des chaussures à base de matériaux renouvelables et recyclés, SEB propose une offre d'appareils électroménagers réparables et garantis, Gazelle Tech vend des micro-usines* de voitures électriques *low-tech** et ultra-légères, Armor reconditionne des cartouches d'encre pour les remettre sur le marché, Circouleur créé une gamme de peinture 100 % recyclée, à base de fonds de pots de peinture récupérés en déchetterie...

Au-delà de l'optimisation des cœurs d'usine et bien en amont du recyclage, leur point commun est de pivoter vers des modèles économiques fondés sur des boucles de circularité tout au long de l'ensemble du cycle de vie des produits. Initiateurs d'un réengagement des équipes, de chaînes de valeurs multi-locales et de modèles économiques innovants, ces modèles circulaires doivent être au cœur du renouveau de l'industrie.

Limites de nos modes de production et de consommation

Le modèle linéaire est au cœur de nos modes de production et de consommation. Il consiste à extraire, produire, consommer et jeter, dans une logique de croissance infinie. En moins de 200 ans, l'industrie s'est construite sur ce modèle, autour de chaînes de valeur globales, produisant une massification des flux économiques. Les objets, eux,

1. La signification des mots suivis d'un astérisque et les caractéristiques des entreprises mentionnées sont situées en fin d'ouvrage.

se sont démultipliés, souvent hybridés avec du digital, pour répondre à une hyperpersonnalisation des besoins.

Malgré les optimisations apportées par la digitalisation de l'industrie, l'efficacité énergétique et le recyclage, et en dépit de l'émergence d'approches RSE*, le modèle linéaire est aujourd'hui dans l'impasse. En ce début d'une nouvelle décennie, il se heurte simultanément à la fragilité des supply chains* mondiales, à des conséquences sur le vivant de plus en plus irréversibles, à un monde « réel » aux ressources finies et à une perte de sens et d'attractivité grandissante. Loin d'être conjoncturels, ces phénomènes révèlent les failles structurelles de nos modèles.

Pour répondre à ces enjeux, la transition énergétique et la réindustrialisation de l'Europe sont indispensables. Elles doivent permettre de décarboner nos procédés, et de retrouver une autonomie de production sur des biens essentiels, mettant ainsi fin à l'ancien credo d'une société sans usines. Ces efforts resteront cependant insuffisants si le modèle linéaire demeure dominant. En effet, les cœurs d'usine ne représentent guère plus de 5 % des émissions de CO₂. De plus, l'électrification et le Made in France reposent sur des ressources issues d'autres continents, pour la plupart non renouvelables. Il nous faut donc aller encore plus loin, transformer les chaînes amont (production des ressources) et aval (usage des produits) pour inventer une économie réellement durable et pérenne.

À l'origine de ce livre

En 2018, au moment où le dérèglement climatique se fait de plus en plus sentir en France, et après 15 ans à accompagner des industriels dans leurs projets de transformation de leurs opérations, j'ai la chance de rencontrer deux organisations, Re-Store et Envie, qui vont changer mon regard sur l'industrie. Situé sur l'ancien site des ateliers d'orfèvrerie Christoffle à Saint-Denis, au bord du canal, Re-Store est à la fois un lieu et un collectif dédié au développement de l'économie circulaire dans l'industrie du bâtiment via le réemploi des matériaux. Envie est également un acteur pionnier de l'économie circulaire et de l'insertion en France. Je découvre leur site à Villeurbanne où sont collectés quotidiennement des postes de télévision cathodiques pour être démantelés puis recyclés, et des équipements électroménagers, frigo, cuisinières

et machines à laver pour être triés et réparés, afin d'être revendus. Dans les deux cas, je suis frappé par la quantité des déchets entreposés dans les zones de stockage, comme l'antichambre invisible de nos modes de consommation, et par la découverte de flux inversés. Ce ne sont plus des matières premières qui servent d'intrants à la production mais des déchets. Loin d'être artisanaux, les procédés ont pour objectif d'être industriels, à des échelles de micro-ateliers et d'usines, et permettent de remettre sur les marchés des matériaux voués à être incinérés ou enfouis.

Relocalisation des chaînes de valeur à proximité des lieux de consommation, savoir-faire concrets autour des matériaux et de la réparation, procédés bas carbone, allongement de la durée des appareils, production frugale : les avantages me sautent aux yeux, ainsi que le chemin à parcourir pour les industriels. Il ne s'agit plus seulement d'optimiser les procédés et la conception des produits pour réduire les quantités de matière, mais de pivoter vers de nouvelles chaînes de valeur fondées sur la circularité. Mais alors, pourquoi ces modèles si innovants en termes d'offres et de modèles industriels sont-ils tellement en marge de toutes les usines que j'ai pu voir jusqu'à présent ? Pourquoi l'industrie n'a-t-elle pas déjà amorcé une large transformation vers la circularité ? Comment transformer la façon dont nous transformons l'industrie ?

La rencontre avec Emmanuelle Ledoux, directrice générale de l'Institut National de l'Économie Circulaire, est déterminante. Fondée par le député François Michel en 2013, l'association, au positionnement précurseur, vise à promouvoir l'économie circulaire et à accélérer son déploiement dans les territoires et au sein des entreprises. À l'époque, le concept était encore relativement récent. Si les questions de recyclage étaient déjà largement prises en compte par les politiques publiques, elles étaient encore loin de porter une vision globale de l'économie des ressources et des risques aussi bien environnementaux qu'économiques liés leur raréfaction. Réunissant près de 200 acteurs (entreprises, territoires, universités), l'Inec porte une vision holistique de l'économie circulaire et œuvre, via son plaidoyer, ses études, ses actions de formation et de sensibilisation, à son déploiement auprès des décideurs privés et des territoires, à travers des dynamiques collaboratives.

Nous nous retrouvons sur les enjeux et l'urgence d'intégrer la circularité dans l'industrie et décidons de lancer un travail de fond commun sur le sujet pour décrire les modèles circulaires. S'ensuivent de nombreuses rencontres, séances de travail et réflexions.

Ce livre est le fruit de la combinaison de nos expériences respectives et de notre volonté de proposer un chemin et une méthode pour pivoter collectivement vers une industrie circulaire, à l'aide de leviers de transformation permettant de faire vraiment la différence.

Comprendre, repenser, accélérer

L'objectif de cet ouvrage est d'accélérer le pivot de l'industrie vers une industrie circulaire. Par la description de modèles et de trajectoires d'industriels circulaires pionniers, il a pour vocation de mettre en valeur d'autres voies possibles et préférables pour l'industrie.

L'ouvrage est construit en trois parties. La première a pour but de faire « comprendre » le besoin urgent de sortir du linéaire et présente les grands principes et bénéfices de l'industrie circulaire. La deuxième partie donne des éléments pour « repenser », avec une vision circulaire, les modèles économiques, le design de produits et les modèles industriels. La troisième, « accélérer », décrit les approches pour se mettre en mouvement et passer à l'échelle pour les industriels et les institutions. Comprendre, repenser, accélérer forment les trois étapes par lesquelles il est nécessaire de passer pour pivoter vers la circularité et transformer son organisation et ses marchés.

Pourquoi des entreprises s'engagent-elles dans des modèles circulaires ? Quels leviers ont-elles mis en place ? Pour quels bénéfices ? Comment faire face aux difficultés de changer et comment accélérer ?

Les approches et modèles décrits sont basés sur des rencontres avec plus d'une trentaine d'industriels ainsi que sur des expériences de transformation réalisées directement sur le terrain. Dirigeants, managers, opérationnels, hommes et femmes, les visions recueillies irriguent les différentes parties de l'ouvrage. Nativement circulaires ou avancées dans leur transition vers la circularité, ces entreprises témoins sont de toutes tailles, de la start-up au groupe industriel, et couvrent un large éventail de secteurs, afin d'enrichir l'étude de points de vue pluriels et spécifiques. Leurs projets de transformation permettent de dégager

des leviers pour pivoter et d'autres pour amplifier les modèles. Les approches partagées et les modèles qui s'en dégagent permettent également d'éclairer avec un autre angle la compétitivité de nos modèles industriels, la décarbonation et la quête de sens des industriels, et enfin nos cadres économiques, réglementaires et comportementaux.

Bien que les industriels circulaires ouvrent la voie à de nouveaux modèles, le pivot vers l'économie circulaire* est loin d'être abouti. D'après le *Circularity Gap Report 2022*, seulement 8,6 % de l'économie est circulaire. L'enquête réalisée par l'Inec et OPEO en 2021 montre également que si 84 % des industriels considèrent la circularité comme une opportunité d'ouvrir de nouveaux marchés, seulement 22 % l'ont réellement intégrée dans une feuille de route stratégique. Le potentiel d'innovation est immense, autant que l'urgence à changer.

Aussi, l'objet de cet ouvrage est-il de permettre ou de conforter l'émergence de leaders industriels prêts à prendre du recul, à observer leur chaîne de valeur, à prendre la mesure des dissonances entre un monde en pleine mutation et leurs opérations physiques, à mobiliser leurs équipes et leurs partenaires pour engager une transformation des usages, circulaire de bout en bout. Nous espérons que ce livre contribuera à créer un élan, tant individuel que collectif, vers cet avenir aussi nécessaire qu'enthousiasmant !

Partie 1

Comprendre

« L'objectif de l'économie circulaire – dans son entière acceptation – est la préservation de la biosphère afin d'en maintenir la viabilité, pour l'espèce humaine au premier chef. »

Christian Arnsperger, Dominique Bourg. *Écologie Intégrale : pour une société permacirculaire*. Puf, 2017.

Du linéaire au circulaire : la nécessité de changer de modèle

Points clés

- L'avènement de la consommation de masse s'est accompagné du développement d'un modèle industriel linéaire, basé sur une logique « extraire, produire, consommer, jeter », à travers des chaînes de valeur globalisées.
- Fondé sur le principe d'une croissance infinie de la production et de la consommation de biens, ce modèle n'est plus viable et se heurte aujourd'hui à l'épuisement des ressources, la vulnérabilité des supply chains, le dépassement des limites planétaires, les inégalités entre pays et la perte de sens qu'il génère.
- Face à ces enjeux, les grands mouvements de décarbonation de nos énergies et de réindustrialisation risquent de ne pas suffire. Ils sont fondés sur des ressources pour la plupart non renouvelables situées sur d'autres continents, sur des modèles qui restent linéaires et des technologies qui demanderont du temps avant de venir à maturité.
- Des industriels pionniers ont engagé des transformations d'une autre nature, consistant à pivoter vers une industrie circulaire. Ce modèle est créateur de nouveaux modèles économiques fondés sur des ressources durables et locales, l'allongement de la durée de vie des produits et leur régénération dans des boucles d'utilisation permettant d'éviter les déchets.
- Les bénéfices de l'industrie circulaire sont élevés : modèles économiques différenciants pour les industriels, sobres en consommation de matière et bas carbone, créateurs d'emplois locaux pérennes et réengageant pour les équipes.
- En 2022, 8,6 % de l'économie est circulaire. Le potentiel de transformation est immense et doit commencer maintenant.

1 Industrie linéaire, un modèle inadapté

Linéaire, de bout en bout

Le modèle linéaire consiste à extraire, produire, consommer et jeter. Ce modèle est dominant dans l'industrie et s'est développé en lien avec l'avènement de la consommation de masse dans la deuxième moitié du xx^e siècle. Il est fondé sur des chaînes de valeur globales qui peuvent être décomposées en trois étapes.

- Les étapes amont : elles consistent en l'extraction et la transformation de ressources par des procédés mécaniques ou chimiques (minerais, pétrole, bois, sable, coton, ...). Ces matières premières sont produites à l'échelle mondiale. Un téléphone portable requiert, par exemple, l'utilisation de près de 70 % de matériaux dont l'extraction provient d'Asie, d'Afrique et d'Amérique du Sud¹.
- Les étapes « cœurs d'usine » : elles correspondent à la fabrication des produits dans des usines localisées soit dans des pays à bas coûts pour massifier la production, soit proches des zones de la demande quand une forte personnalisation est requise ou que les délais d'approvisionnement doivent être courts. D'une manière générale, la plupart des produits font le tour de la planète, parfois plusieurs fois, avant de se retrouver dans nos mains.
- Les étapes aval : ce sont les activités d'usage des produits. En fin de vie, une partie des produits et des emballages sont recyclés mais cette part reste faible : nos pratiques de consommation correspondent globalement à des produits jetables avec des durées de vie faibles. Certains flux en fin de vie sont également globalisés comme pour les vêtements de seconde main qui basculent d'un continent à l'autre ou les déchets plastiques exportés jusqu'à récemment en Chine.

1. *Les impacts du smartphone*, Étude Ademe, décembre 2019.

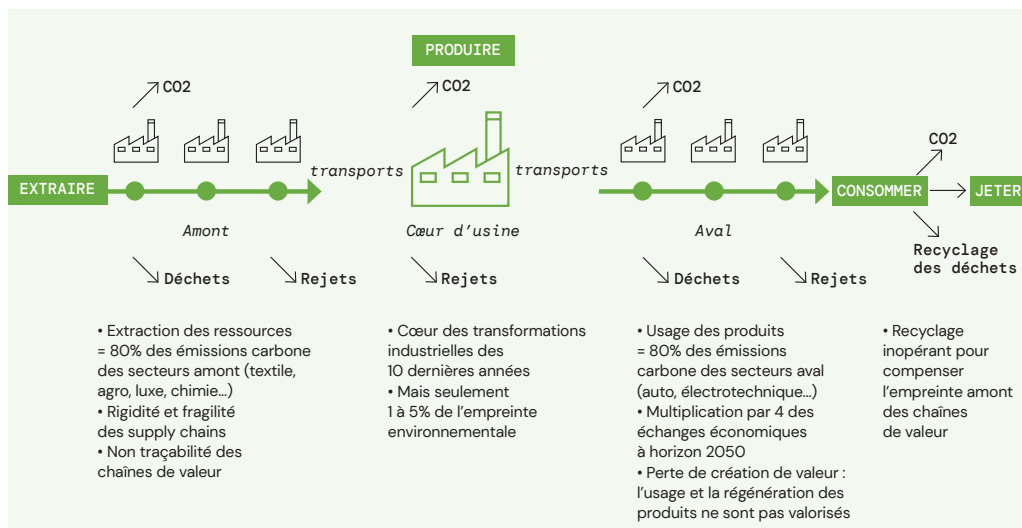


Figure 1.1 - Les étapes de l'industrie linéaire

Les ressources fossiles sont clés pour faire « tourner » cette économie linéaire contemporaine. Le pétrole est à la source de 31 % de l'énergie primaire consommée dans le monde, complété par le charbon et le gaz naturel (respectivement 27 % et 23 %) ; il est à l'origine de la plupart des matériaux usuels : plastiques, caoutchoucs, détergents, engrais, cosmétiques, textiles, bitumes, lubrifiants...

Depuis les années 1950, ce modèle a permis d'augmenter l'espérance de vie moyenne dans le monde², de réduire de plus de moitié la pauvreté monétaire extrême (moins de 1,90 dollar par jour³), de donner accès à l'eau potable à plus de 2 milliards d'individus, alors que parallèlement la population humaine augmentait de 40 %. Ces progrès correspondent à des phases de développement notables dans les pays occidentaux, par exemple pour la France la période dite des « Trente Glorieuses ».

En dépit de ses résultats spectaculaires, le modèle linéaire a un impact de plus en plus irréversible sur l'environnement et apparaît comme non soutenable pour les sociétés. Il est en effet fondé sur le

2. De 1990 à 2013, l'espérance de vie mondiale des deux sexes a augmenté, passant de 65,3 ans en 1990 à 71,5 ans en 2013. *In The Lancet*, 2014.

3. Observatoire des inégalités, « L'extrême pauvreté dans le monde recule », 29 décembre 2019.

principe d'une croissance infinie de la production de biens, alors que les ressources sur lesquelles repose cette croissance ne le sont pas.

Pour illustrer les effets du modèle linéaire sur l'ensemble d'une chaîne de valeur, prenons l'exemple du textile. En amont de la fabrication, deux-tiers des matières employées dans ce secteur sont issues de la pétrochimie et seul 1 % du coton cultivé dans le monde est certifié bio. 70 % des vêtements achetés en France proviennent d'Asie du Sud-Est. Ainsi, du champ de coton à la boutique, un jean peut parcourir 650 000 kilomètres. Les étapes de fabrication sont le plus souvent réalisées dans des pays avec des réglementations environnementales moins strictes qu'en Europe (possibilité d'utiliser du chrome, du mercure, ...) et seuls 2 % des ouvriers et ouvrières du textile gagnent un salaire leur permettant d'assurer leur subsistance. Les fibres synthétiques émises à chaque lavage en machine entraînent la dispersion de 500 000 tonnes de microplastiques non dégradables dans les océans (soit l'équivalent de 50 milliards de bouteilles en plastique). Enfin, 70 % des vêtements finissent leur vie en Afrique, ce qui détruit progressivement l'industrie locale, à tel point que l'Ouganda et le Rwanda souhaitent interdire l'importation de vêtements de seconde main⁴.

De nombreux efforts ont été réalisés ces dernières années pour rendre l'industrie plus durable via le déploiement d'outils comme le bilan carbone, l'amélioration des performances énergétiques et des consommations de matières, la mise en place de dispositifs de type C2E⁵ ou encore le développement du recyclage. Ces efforts ont cependant été concentrés sur les cœurs d'usine avec un impact très restreint sur les chaînes de valeur considérées de bout en bout, comme dans l'exemple décrit ci-dessus. Ils ne suffiront donc pas à inverser la tendance dans le futur.

D'après l'OCDE, d'ici à 2050, la population de la planète devrait passer de 7 milliards d'individus à plus de 9 milliards et le volume des échanges économiques devrait quadrupler, entraînant une demande

4. « Comment la mode se fout du monde », *Le 1 Hebdo* n° 369, 20 octobre 2021.

5. Certificats d'économie d'énergie.

croissante en énergie et en ressources⁶. Dans un scénario de prolongement des tendances socio-économiques actuelles et en l'absence de politiques de rupture, les progrès réalisés en matière de lutte contre les pollutions et d'utilisation plus efficiente des ressources ne suffiront pas à compenser les pressions que la croissance démographique et la hausse des niveaux de vie feront peser sur l'environnement⁷.

Un modèle dans l'impasse

L'épuisement des ressources, la fragilité des supply chains globales, la destruction de l'environnement, les disruptions réglementaires et technologiques, l'augmentation des inégalités et enfin la perte de sens sont autant de facteurs de remise en question du modèle linéaire.

a) Épuisement des ressources

En 2020, la masse de matières artificielles, dites aussi « anthropogènes », a excédé, en poids, la biomasse. En effet, cette dernière est estimée à 1000 milliards de tonnes (y compris les animaux, insectes, plantes...), alors que la masse de matières anthropogènes est estimée à 1100 milliards de tonnes et comprend toutes les créations humaines réalisées entre 1900 et 2020⁸.

Depuis les années 1960, la demande de ressources non renouvelables comme les carburants fossiles, les minerais et les métaux a explosé de 450 %. Cette tendance s'accélère sous l'effet de l'augmentation des classes moyennes et l'explosion des nouvelles technologies, avec un possible doublement de la demande d'ici à 2050 selon l'IFPEN⁹.

Cela entraîne des effets de rupture sur les chaînes de valeur et de volatilité sur les prix des matières premières. Les coûts du gaz et de l'électricité, par exemple, atteignent des pics historiques – respectivement +300 %

6. *Perspectives de l'environnement à l'horizon 2050*, OCDE, 2012.

7. *Synthèse, Perspectives de l'environnement de l'OCDE à l'horizon 2050 : les conséquences de l'inaction*, OCDE - Organisation de coopération et de développement économique, mars 2012.

8. Emily Elhacham, Liad Ben-Uri, Jonathan Grozovski, Yinon M. Bar-On & Ron Milo., « Global human-made mass exceeds all living biomass », *Revue Nature* 588, 9 décembre 2020.

9. IFP Énergies nouvelles (IFPEN), successeur de l'Institut français du pétrole (IFP).

et +500 % en 2021 – tandis que ceux des matières premières agro-industrielles importées ont augmenté de 50 % depuis 2020 et de plus de 100 % depuis le début des années 2000¹⁰. Selon une étude Minéralinfo publiée en 2019, les industriels ne sont pas préparés à affronter de telles situations : alors que plus de 40 % d’entre eux considèrent la variabilité des coûts des matières comme stratégique, seul 18 % maîtrisent leurs chaînes d’approvisionnement et 50 % d’entre eux n’ont pas la capacité de substituer des matières critiques en moins d’un an.

Plus profondément, la viabilité de nos modèles de consommation et de production « extractivistes » ainsi que celle des infrastructures sur lesquelles nous fondons nos sociétés, sont remises en cause par l’épuisement de certaines ressources : entre autres, le sable – utilisé pour la construction, la fabrication du verre mais également dans les nouveaux matériaux composites, les puces électroniques et les panneaux photovoltaïques –, l’eau avec des phénomènes de plus en plus fréquents de stress hydrique et de pénurie, le pétrole ou encore certains minerais utiles aux nouvelles technologies et à la transition écologique comme le cuivre.

b) Fragilité des supply chains globales

La fragmentation des chaînes de valeurs, réparties sur plusieurs pays selon leur spécialisation (conception, fabrication et services associés), et la concentration des activités de production dans les pays à bas coûts, rendent très rigides les supply chains. Dans des marchés où les flux sont de plus en plus tendus et personnalisés, les industriels manquent de réactivité, comme l’a bien montré la crise des approvisionnements à la sortie de la pandémie du Covid-19 en 2021 et 2022 avec un doublement des délais de livraison pour de nombreux produits. Ces supply chains restent également très fragiles : en 2021, entre le 23 mars et le 4 avril, 12 % du commerce mondial a été bloqué au niveau du canal de Suez par l’un des plus grands porte-conteneurs au monde, l’Evergreen¹¹.

10. En décembre 2021, le prix du pétrole recule, ceux des matières premières importées repartent à la hausse, *Informations rapides*, Insee.

11. « *‘Anything you see in the stores’ could be affected by Canal logjam, shipping experts say* » [archive], sur *NBC News*, 25 mars 2021.

Les chaînes d'approvisionnement globales rendent très compliquée la traçabilité des ressources. C'est le cas du cobalt utilisé dans les batteries des voitures électriques par exemple : si la République démocratique du Congo en concentre près de 60 % des ressources mondiales, 20 % proviennent de mines artisanales où le travail des enfants et la violation des droits de l'homme ont été identifiés¹². La vente à travers des intermédiaires rend complexe pour les constructeurs la traçabilité précise de l'origine et des conditions d'extraction du minerai.

À cela s'ajoute la concentration de la fabrication de certains composants à forte teneur technologique, à l'origine de pénuries sur le marché. C'est le cas notamment des semi-conducteurs, produits par un nombre limité d'industriels sous-capacitaires par rapport à la demande, et dont la pénurie en 2020 a entraîné l'arrêt d'usines de fabrication et le report de lancement de nouveaux produits sur des marchés tels que l'automobile, les téléphones portables ou encore les jeux vidéo¹³.

c) Destruction du vivant

Nos modes de production ont un impact non soutenable sur la planète et sur le vivant.

D'après les travaux du GIEC, dans tous les scénarios d'émissions envisagés, le réchauffement planétaire dépassera les 1,5°C et 2°C au cours du XXI^e siècle, avec des conséquences dramatiques et irréversibles pour la planète, à moins que des réductions immédiates et à grande échelle des émissions de CO₂ et d'autres gaz à effet de serre n'interviennent dès la prochaine décennie¹⁴. Avec 20 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES), l'industrie est l'un des premiers contributeurs au réchauffement climatique¹⁵. Par les produits qu'elle conçoit et qu'elle fabrique, elle est également largement responsable de nos modes de consommation, du transport et des énergies consommées,

12. Vers une demande accrue de matières premières pour les batteries des voitures électriques (CNUCED) | Onu Info.

13. « Pourquoi il y a une pénurie de semi-conducteurs dans le monde », *Les Echos*, Article du 16/02/2021.

14. Rapport du GIEC : rappel des points clés (carbone4.com).

15. Répartition sectorielle des émissions de CO₂ dans le monde, Chiffres clés du climat 2022 (developpement-durable.gouv.fr).

ce qui renforce encore plus l'impact qu'aurait sa transformation sur le changement climatique.

Mais l'impact environnemental de l'industrie ne se limite pas aux émissions de GES. En 2009, vingt-six chercheurs internationaux ont publié le modèle des « limites planétaires* » qui sont au nombre de neuf. Elles constituent des limites à ne pas dépasser au risque de ne plus pouvoir vivre durablement dans un écosystème sûr. En 2022, cinq de ces limites sont déjà franchies : la concentration de CO₂ dans l'atmosphère, mais aussi l'intégrité de la biosphère, la perturbation des cycles biochimiques de l'azote et du phosphore qui engendre des phénomènes d'eutrophisation¹⁶, la modification des sols et l'introduction de nouvelles entités dans l'environnement (métaux lourds, composés organiques synthétiques, composés radioactifs).

En ce qui concerne la ressource en eau, la trajectoire actuelle de nos modes de production et consommation provoquera un stress hydrique important d'ici à 2050 selon l'OCDE, qui concernera près de 40 % de la population mondiale. À ce stress hydrique, s'ajoutera une demande en eau en hausse de 55 %, avec notamment une hausse de 450 % pour les activités manufacturières.

Quant à la biodiversité, 420 millions d'hectares de forêt ont été perdus dans le monde du fait de la déforestation depuis 1990, dont la principale cause est l'agriculture¹⁷. L'indice mondial Planète Vivante 2020 indique une chute moyenne de 68 % des populations d'espèces de vertébrés suivies entre 1970 et 2016¹⁸. Environ 1 million d'espèces animales et végétales sont aujourd'hui menacées d'extinction, notamment au cours des prochaines décennies, ce qui n'a jamais eu lieu auparavant dans l'histoire de l'humanité¹⁹. D'après le WWF, la Méditerranée est en train de devenir un piège à plastiques, avec des niveaux records

16. La modification du cycle biogéochimique du phosphore et de l'azote causée par l'agriculture intensive (usage de fertilisants, effluents d'élevage) et par les eaux usées urbaines (excréments et détergents) affecte la capacité de la biosphère à les séquestrer et entraîner l'eutrophisation des eaux douces. Source : notre-environnement.gouv.fr

17. « La situation des forêts du monde », *Onu*, 2020.

18. « Rapport Planète Vivante », *WWF*, 2020.

19. « Rapport de la Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques », *IPBES*, 2019.

de microplastiques qui menacent les espèces marines et notre santé – plastiques qui sont issus de l'industrie et de nos modes de consommation. Une majorité de ces plastiques ne sont utilisés qu'une seule fois avant de se transformer en déchets et seulement 9 % des plastiques sont recyclés²⁰.

d) Inégalités structurelles entre pays

La consommation des ressources est liée au modèle de développement et de croissance des différents pays. Ainsi, on observe que la consommation des pays développés dépasse largement les capacités de régénération des ressources de la Terre. À l'échelle mondiale, notre consommation de ressources équivaut à 1,7 planète (en 2018). Mais si l'humanité entière vivait comme les Français, elle aurait exploité l'équivalent des capacités de régénération de 2,9 planètes. De leur côté, le Honduras, l'Indonésie ou le Maroc exploitent chacun l'équivalent des capacités d'une seule planète.

Ces chiffres vont en se dégradant. La consommation des ressources est calculée par la mise en équation de la biocapacité de la planète en hectare global et de l'empreinte écologique de l'humanité en hectare global. Le résultat obtenu équivaut au « Jour du dépassement », concept développé par Mathis Wackernagel et calculé chaque année par l'ONG « Global Footprint Network ». Depuis les années 1970, la date du Jour du dépassement²¹ se rapproche chaque année un peu plus : pour la France, 29 décembre en 1970, 11 octobre en 1990, 29 juillet en 2021. Toutefois, cette date diffère grandement d'un pays à l'autre. Ainsi, le Qatar et les pays asiatiques ou européens consomment plus rapidement les ressources disponibles que les pays africains.

Ces chiffres traduisent de fortes inégalités en termes de captation des ressources (globalement limitées) et de niveau de vie qui en découle. Ces déséquilibres observés à l'échelle du globe ne sont pas

20. Source : www.wwf.fr/sengager-ensemble

21. Le jour du dépassement, ou jour du dépassement de la Terre correspond à la date de l'année, calculée par l'ONG américaine Global Footprint Network, à partir de laquelle l'humanité est supposée avoir consommé l'ensemble des ressources que la planète est capable de régénérer en un an.