

LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE : INCERTITUDE, IRRÉVERSIBILITÉ ET MODÈLE INSTITUTIONNEL

Jean-Luc Gaffard

SCIENCES PO OFCE WORKING PAPER n° 04/2021

EDITORIAL BOARD

Chair: Xavier Ragot (Sciences Po, OFCE)

Members: Jérôme Creel (Sciences Po, OFCE), **Eric Heyer** (Sciences Po, OFCE), **Sarah Guillou** (Sciences Po, OFCE), **Xavier Timbeau** (Sciences Po, OFCE)

CONTACT US

OFCE
10 place de Catalogne | 75014 Paris | France
Tél. +33 1 44 18 54 24

www.ofce.fr

WORKING PAPER CITATION

This Working Paper:

Jean-Luc Gaffard,

La transition écologique : incertitude, irréversibilité et modèle institutionnel

Sciences Po OFCE Working Paper, n° 04/2021.

Downloaded from URL: www.ofce.sciences-po.fr/pdf/dtravail/WP2021-04.pdf

DOI - ISSN

ABOUT THE AUTHORS

Jean-Luc Gaffard, Université Côte d'Azur, Sciences Po-OFCE, Institut Universitaire de France
Email Address: jeanluc.gaffard@sciencespo.fr

RÉSUMÉ

Réfléchir en économiste sur la transition écologique c'est, inévitablement, s'interroger sur la nature et les sources de la croissance, sur les conditions du bien-être individuel et collectif, sur la rationalité des comportements dans la perspective d'énoncer des conditions de viabilité de cette transition et de faisabilité du nouveau régime de développement. La transition écologique n'est autre qu'une nouvelle rupture, la conséquence d'une nouvelle innovation dont l'économie industrielle de marché est coutumière avec cette différence, cependant, que la survie de l'espèce humaine est en jeu. La thèse qui est défendue ici est qu'il ne peut y avoir de croissance et plus généralement d'activité humaine sans atteinte aux ressources primaires disponibles et qu'il n'existe pas d'équilibre de croissance nulle ou de croissance « verte ». En revanche, il est possible de concevoir un modèle institutionnel qui minimise les dommages économiques et environnementaux. Ce modèle donne une place essentielle à une rationalité procédurale et au jeu des intelligences collectives organisées pour synchroniser de multiples horloges, faire valoir des formes de prudence et ainsi faire face à l'incertitude radicale qui pèse sur les technologies et les marchés futurs.

ABSTRACT

Reflecting on the ecological transition as an economist inevitably means asking questions about the nature and sources of growth, the conditions of individual and collective well-being, and the rationality of behaviour with a view to setting out the conditions for the viability of this transition and the feasibility of the new development regime. The ecological transition is nothing but a new break, the consequence of a new innovation of which the industrial market economy is accustomed, with this difference, however, that the survival of human species is at stake. The thesis that is defended here is that there can be no growth and more generally no human activity without damaging the primary resources available and that there is no such thing as zero growth or green growth. On the other hand, it is possible to design an institutional model that minimizes economic and environmental damage. This model gives an essential place to procedural rationality and the interplay of collective intelligences organized to synchronize multiple clocks, to enforce forms of prudence and thus to deal with the radical uncertainty that weighs on future technologies and markets.

KEYWORDS

Development, ecology, growth, inequality, institution, irreversibility, rationality, time, transition.

JEL

O33, O44, Q56, Q57

La transition écologique : incertitude, irréversibilité et modèle institutionnel ¹

Jean-Luc Gaffard

Université Côte d'Azur, OFCE Sciences Po, Institut Universitaire de France

Résumé

Réfléchir en économiste sur la transition écologique c'est, inévitablement, s'interroger sur la nature et les sources de la croissance, sur les conditions du bien-être individuel et collectif, sur la rationalité des comportements dans la perspective d'énoncer des conditions de viabilité de cette transition et de faisabilité du nouveau régime de développement. La transition écologique n'est autre qu'une nouvelle rupture, la conséquence d'une nouvelle innovation dont l'économie industrielle de marché est coutumière avec cette différence, cependant, que la survie de l'espèce humaine est en jeu. La thèse qui est défendue ici est qu'il ne peut y avoir de croissance et plus généralement d'activité humaine sans atteinte aux ressources primaires disponibles et qu'il n'existe pas d'équilibre de croissance nulle ou de croissance « verte ». En revanche, il est possible de concevoir un modèle institutionnel qui minimise les dommages économiques et environnementaux. Ce modèle donne une place essentielle à une rationalité procédurale et au jeu des intelligences collectives organisées pour synchroniser de multiples horloges, faire valoir des formes de prudence et ainsi faire face à l'incertitude radicale qui pèse sur les technologies et les marchés futurs.

Mots clés : développement, écologie, croissance, inégalité, institution, irréversibilité, rationalité, temps, transition.

The ecological transition: uncertainty, irreversibility, and institutional model.

Abstract

Reflecting on the ecological transition as an economist inevitably means asking questions about the nature and sources of growth, the conditions of individual and collective well-being, and the rationality of behaviour with a view to setting out the conditions for the viability of this transition and the feasibility of the new development regime. The ecological transition is nothing but a new break, the consequence of a new innovation of which the industrial market economy is accustomed, with this difference, however, that the survival of human species is at stake. The thesis that is defended here is that there can be no growth and more generally no human activity without damaging the primary resources available and that there is no such thing as zero growth or green growth. On the other hand, it is possible to design an institutional model that minimizes economic and environmental damage. This model gives an essential place to procedural rationality and the interplay of collective intelligences organized to synchronize multiple clocks, to enforce forms of prudence and thus to deal with the radical uncertainty that weighs on future technologies and markets.

Key words: development, ecology, growth, inequality, institution, irreversibility, rationality, time, transition.

JEL Codes : O33, O44, Q56, Q57.

¹ Ce texte s'inscrit dans le projet conduit avec Gilles Martin visant à proposer les regards croisés de l'économiste et du juriste sur la transition écologique. Elle prend notamment appui sur l'ensemble des travaux de théorie économique de Nicholas Georgescu-Roegen qui, dès 1971, l'ont conduit à alerter sur l'impact de l'activité humaine sur l'environnement. Je remercie pour leurs commentaires, observations et suggestions sur de premières versions du texte Gilles Martin et Paul Zagamé, ainsi que Aude Solveig Epstein, Jean-Alain Héraud, Patrick Sevestre, Bernard Sinclair-Desgagné et Francesco Vona.

1. Introduction

La mondialisation des échanges et l'émergence de nouveaux pays industrialisés n'ont fait que renforcer, au fil des années, l'empreinte écologique des activités humaines. La crise économique inédite, faisant suite à la crise sanitaire, qui a surgi en 2020, à l'échelle de la planète, vient dans un moment où le changement climatique et la perte de biodiversité suscitent une inquiétude toujours plus grande. Du fait de son caractère inédit et de sa violence, cette crise est révélatrice des interrogations sur la façon de conduire une transition écologique à laquelle tout le monde semble pourtant acquis. Soucieux de rétablir au plus vite la conjoncture, certains plaident pour un affaiblissement temporaire et un report des contraintes écologiques. Dénonçant des atteintes attribuées à l'économie de marché mondialisée, d'autres exigent de presser le pas et de renforcer ces mêmes contraintes. Cette opposition simpliste entre des exigences économiques de court terme et des exigences écologiques de long terme masque la réalité du problème que le parallèle entre la crise sanitaire et la crise écologique pourrait, pourtant, aider à cerner.

Le point commun entre les deux crises, écologique et sanitaire, tient à ce que, dans l'esprit de beaucoup, priorité devrait être donnée à la réparation des dommages sanitaires ou environnementaux plutôt qu'à celle des dommages économiques. Plus exactement, l'avis scientifique sur l'ampleur des dommages infligés à la santé et à la nature devrait l'emporter. Ce qui peut être d'autant plus facilement admis que les dommages économiques seraient réversibles, ce que les économistes traduisent par l'attente de fluctuations en forme de V, autrement dit par l'attente d'un retour à un équilibre momentanément perturbé ou de la convergence vers un nouvel équilibre prédéterminé.

Cette approche, pour justifier qu'elle puisse apparaître d'un point de vue éthique, présente plusieurs défauts. Elle repose sur la croyance en l'existence de lois naturelles régissant l'économie, qui s'incarnent dans l'existence d'un état d'équilibre. Elle mise sur la confiance accordée à des connaissances du futur (scientifiques et économiques) pourtant frappées d'incertitude. Elle fait peu de cas de la nécessité, d'un apprentissage progressif des contraintes, aussi bien physiques ou biologiques, qu'économiques, qui pèsent sur une multiplicité d'acteurs dont la coordination n'est rien moins qu'assurée. Ce faisant, elle ne prend garde, ni aux possibles évolutions chaotiques, ni aux moyens institutionnels d'y remédier. En bref, elle ignore que les écosystèmes sont des systèmes adaptatifs complexes, hautement non linéaires, dont la gestion requiert avant tout de la prudence. Aussi est-il nécessaire de reprendre le sujet à ses prémisses sans d'autre attente que de commencer à éclairer le chemin.

S'il est devenu difficilement pensable de soutenir l'activité économique sans prendre en considération son impact sur l'environnement, il n'est pas davantage crédible de concevoir une société dans laquelle l'activité économique s'effacerait pour laisser une nature intacte, ce qui, au demeurant n'a guère de sens dès lors que l'activité économique n'est autre qu'une activité humaine forcément consommatrice de ressources. Sans doute, faut-il alors engager les mesures propres à préserver la nature en même temps qu'il faut prévoir de s'adapter à ses changements inéluctables.

Les activités humaines, depuis les premiers balbutiements de la division du travail et l'usage d'outils devenant de plus en plus sophistiqués, opèrent un prélèvement sur des ressources primaires plus ou moins rares et transforment l'environnement. La nouveauté réside aujourd'hui dans le fait que la nature (ou la terre) réagit de manière beaucoup plus

manifeste à une action humaine devenue plus prédatrice, ce dont témoignent l'accélération perceptible du changement climatique et la perte rapide de biodiversité. « À force de la maîtriser, nous sommes devenus tant et si peu maîtres de la Terre, qu'elle menace de nous maîtriser à son tour. Par elle, avec elle et en elle, nous partageons un même destin temporel. Plus encore que nous la possédons, elle va nous posséder comme autrefois, quand existait la vieille nécessité, qui nous soumettait aux contraintes naturelles, mais autrement qu'autrefois. Jadis localement, globalement aujourd'hui » (Serres, 1990 p. 61). Le temps propre de la nature (dans ses différentes dimensions), affecté par celui de l'économie, les fait entrer en conflit l'une avec l'autre : un conflit qui rappelle et étend celui auquel se référait Malthus (1788) quand il faisait état du divorce entre la progression géométrique de la population et la progression arithmétique des ressources alimentaires.

Ainsi se profile la nécessité de concevoir ce que le philosophe appelle un *contrat naturel*. « J'entends désormais par contrat naturel d'abord la reconnaissance, exactement métaphysique, par chaque collectivité, qu'elle vit et travaille dans le même monde global que toutes les autres ; non seulement chaque collectivité publique associée par un contrat social, mais aussi chaque collectif quelconque, militaire, commercial, religieux, industriel, associé par un contrat de droit, mais encore le collectif expert associé par le contrat scientifique » (ibid. p. 78). Son véritable objet est, aux différents niveaux de responsabilité, à travers les différentes *intelligences collectives* structurant la société, de concilier les contraires, de gérer une contradiction devenue évidente.

La connaissance scientifique et technologique ne résoudra jamais la *contradiction* qui existe entre la croissance économique et la préservation de l'environnement ne serait-ce qu'en raison de la loi physique de l'entropie (Georgescu-Roegen, 1971). Pas plus, d'ailleurs, qu'une connaissance économique, retenant le principe de rationalité individuelle et faisant valoir l'importance presque exclusive du droit de propriété, ne suffira à établir les incitations appropriées dont seraient déduites des règles juridiques conformes à un optimum prédéterminé préservant ce même environnement.

L'analyse que l'on entend développer ici est qu'un *contrat naturel* est nécessaire qui viendrait compléter le *contrat social*. Non pas pour résoudre une *contradiction incontournable*, mais dans la perspective d'y survivre grâce à la mise en place d'un ensemble de *dispositifs juridiques* conçus pour faire partager aux différents acteurs une même vision du futur associant le souci de bien-être économique et social des populations et le respect de la nature. La thèse que l'on entend défendre est qu'il faut se prémunir d'ajustements brutaux et rapides, que pourrait suggérer une confiance excessive dans le mécanisme des prix ou dans la perspicacité de décideurs publics, et privilégier, au contraire, des adaptations progressives qui supposent une maîtrise de nature institutionnelle des processus d'investissement en situation d'incertitude radicale engagés par une multitude d'acteurs.

Le point de départ de cette analyse tient à l'observation que l'organisation industrielle de l'activité économique est la véritable source de la croissance en maximisant le taux d'utilisation des biens d'équipement et des ressources humaines. Sa mise en œuvre est subordonnée à l'extension des marchés. Elle s'est traduite par une croissance exponentielle de la consommation de ressources naturelles et de la production de déchets. La généralisation de cette forme d'organisation, qui s'étend aujourd'hui aussi aux services, a exacerbé la contradiction entre développement économique et préservation de la nature au point de rendre incontournable une transition écologique (section 2).

Une telle transition n'échappe pas aux contraintes propres à tout changement qualitatif, à savoir qu'elle entraîne des coûts qui interviennent avant que l'on puisse en avoir les bénéfices attendus alors que les technologies et marchés futurs ne sont pas connus *a priori*. De sorte que la question qui se pose est moins celle de la configuration à venir de l'économie et de la société que celle de la viabilité du processus engagé y compris au regard de la sobriété requise de la consommation de ressources naturelles (section 3).

Suivant la théorie économique standard, le processus de transition est censé être guidé par le mécanisme des prix contrôlés par les taxes environnementales dont le jeu doit permettre la substitution de technologies et biens « verts » à des technologies ou biens « bruns ». Le défaut de cette stratégie tient à ses effets de destruction possiblement excessifs et au manque d'information sur les technologies et préférences futures. De telle sorte que, plutôt de croire en la possibilité de disposer de prix optimaux, il est préférable de jouer sur une relative viscosité des prix et des taxes (section 4).

La réalité est que du temps est exigé et des moyens humains et financiers doivent être mobilisés sans pour autant que l'on puisse connaître *a priori* les technologies et les marchés futurs. Dans ce contexte d'incertitude radicale, les entreprises, qui restent un acteur central, doivent pouvoir effectuer des anticipations fiables et décider en conséquence de s'engager dans la mise en œuvre d'investissements à long terme. Cette possibilité repose sur des collusions, ou connexions de marché, avec pour objectif de construire, pas à pas, technologies et marchés (section 5).

Emprunter un chemin viable, tant sur le plan économique qu'environnemental, est affaire de *rationalité*, non pas la rationalité substantive de choix individuels, mais une *rationalité procédurale* qui permet aux communautés d'acteurs de *délibérer ensemble* sur le futur et d'en dessiner les contours. De cette rationalité dépend le *nouveau modèle de développement* (section 6).

Un avenir commun préservant l'environnement ne saurait être assimilé à un quelconque équilibre, à une fin de l'histoire incarnée dans des systèmes sociaux présumés optimaux. Il repose sur la diversité et l'imbrication d'*ordres juridiques multiples*, notamment ceux initiés par les collectivités publiques et par les entreprises, avec pour enjeu l'exercice de délibérations en commun des différentes parties prenantes de la transition (section 7).

La nature ne peut plus être considérée comme une donnée exogène, une simple contrainte jouant sur un horizon plus ou moins long. Elle *interagit dans le temps* avec l'activité économique. Elle fait partie du processus économique, non que la technologie ou le capital lui soient substituables, mais parce qu'elle en est un *complément* évoluant en symbiose avec eux. Elle évolue sous l'emprise de *normes* qui elles-mêmes changent en réaction aux faits aussi bien économiques que sociaux ou environnementaux, n'obéissant, ni à des utilités individuelles médiatisées par le marché, ni à une utilité sociale prédéterminée et imposée par l'État (section 8).

La conclusion de ce cheminement de la pensée peut sembler paradoxale. Elle est, en tout cas, révélatrice de la nécessité et de la difficulté de concilier le temps de l'économie avec celui de la nature. La transition écologique et le mode de développement qui en résulterait ne seraient viables et n'auraient de sens qu'à la condition de reposer sur des procédures garantant de *lenteur* et de *gradualisme*, une certaine forme d'inertie en contradiction avec ce que semblent être devenues les exigences de préservation des ressources et de la biodiversité. Pourtant, alors que les conséquences prévisibles d'un jeu brutal des marchés

mû par les prix et les taxes feraient osciller entre le refus d'y consentir et le chaos économique, les contraintes et limites introduites par les institutions structurant la société sont, dans un *esprit de mesure*, le moyen d'assurer l'*acceptabilité* et la *viabilité* des changements nécessaires (section 9).

2. La contradiction fondamentale

Alors qu'au tout début de la Révolution Industrielle, Malthus comme Ricardo pouvaient s'inquiéter de l'obstacle dressé à l'encontre la croissance par la rareté de la terre et de ses ressources, le principal défi, à l'époque, s'est avéré être celui de la dégradation des conditions de vie et de travail de la nouvelle population ouvrière. Ce défi a été relevé. Les risques sociaux ont progressivement été atténués en même temps que les conflits qui y étaient attachés, singulièrement au cours des trente glorieuses dans le monde occidental. Aujourd'hui, la contradiction entre la croissance et la nature (ou la terre) prend une véritable ampleur non, d'ailleurs, sans que l'aggravation des risques sociaux accompagne celle des risques environnementaux. Une transition semble inéluctable qui traite de ces deux catégories de risque en relation complexe l'une avec l'autre.

La source industrielle de la croissance

Smith (1776) a jeté les bases d'une théorie de la croissance en faisant reposer la création de richesses sur l'interaction entre la division du travail et l'extension des marchés. La nature est absente de son analyse, mais les conditions établies de la croissance fournissent les éléments pour traiter de l'impact qu'elle subit.

Nous devons à Georgescu-Roegen (1971, 1976) d'avoir insisté sur le fait que le processus de production est avant tout un processus physique obéissant à la deuxième loi de la thermodynamique suivant laquelle l'énergie libre est transformée en énergie liée de façon irréversible.² Il montre, alors, pourquoi ce processus de production n'est pas réductible à une fonction technique (la fonction de production), mais est affaire d'organisation (i.e. d'arrangements entre eux des processus de production élémentaires) visant à la gestion des *temps propres* aux différents facteurs et produits (entrées et sorties) qui le caractérisent.³ Il peut ainsi contraster l'organisation agricole traditionnelle, l'organisation artisanale et l'organisation industrielle aux impacts économiques et environnementaux singulièrement différents les uns des autres.

Une organisation industrielle de l'activité achevée est caractérisée par une division du travail et un agencement des processus élémentaires qui rend possible qu'à chaque instant chacune des étapes de ces processus prenne place. Facteurs et produits (entrées et sorties), qui définissent les frontières du processus de production, deviennent des fonctions

² La thèse développée par Georgescu-Roegen est à double détente. Le processus économique est certes un processus physique, mais de plus, de même que celui-ci affecte de manière irréversible la nature, il est porteur de changements qualitatifs irréversibles de production, de consommation, d'organisation. Il ne peut, donc, y avoir de solution mécanique et quantitative au problème environnemental. Cette observation a une portée méthodologique et épistémologique générale. L'économie, comme la physique, devrait abandonner le dogme mécanique (Georgescu-Roegen, 1971 p. 139).

³ Georgescu-Roegen (1971) part de l'observation que tout processus élémentaire de production a une durée propre, que les ressources naturelles et les produits intermédiaires sont consommés pendant ce laps de temps alors que les équipements et les ressources humaines (qu'il désigne sous l'appellation de fonds de services) ont une durée excédant la durée du processus de production et ont un taux d'utilisation (ou un taux d'oisiveté) au cours du temps qui dépend de la forme d'organisation retenue.

homogènes linéaires du temps, signifiant que, pour n'importe quel intervalle donné de temps arbitrairement défini, la même quantité de produit est obtenue à partir des mêmes quantités de facteurs. Il est, alors, possible de s'abstraire concrètement et formellement de l'influence du temps sur des performances devenues régulières. À la dimension diachronique de tout processus de production vient s'ajouter une dimension synchronique aux termes de laquelle tous les stades d'une production donnée se déroulent simultanément. Dans ce contexte, la *dimension temporelle* de la gestion des ressources naturelles, trop rapidement jugées *abondantes ou substituables*, est tout simplement omise.

L'organisation industrielle de la production, en divisant et en synchronisant les opérations élémentaires de production, a cette caractéristique essentielle de maximiser le taux d'utilisation des équipements et de la force de travail,⁴ rendant crédible leur mise en œuvre et permettant d'obtenir des gains de productivité élevés sous la condition d'un élargissement de la demande et au prix d'une démultiplication des consommations de ressources naturelles et des productions de déchets (Georgescu-Roegen, 1971).⁵ Alors que l'organisation agricole traditionnelle et l'organisation artisanale sont économes de ces mêmes ressources au prix d'une croissance faible sinon d'un état stationnaire.

La mise en œuvre d'une organisation industrielle, qui induit une forte augmentation de l'échelle d'activité, étant subordonnée à l'extension des marchés, un lien direct existe entre taille de la demande et consommation des ressources naturelles, car même si le progrès technique permet de produire la même quantité de biens avec une moindre quantité de ressources, ce dont atteste nombre d'exemples récents (Veltz, 2021), l'accroissement de la demande initiée par différents canaux conduit à l'explosion mentionnée de la consommation de ressources et de la production de déchets.⁶

Au cours des dernières décennies, l'organisation des activités de service est elle-même devenue industrielle dès lors qu'ont été réunies les conditions de demande d'utilisation maximale des équipements et infrastructures de support, incarnées, par exemple, dans le remplissage maximum des avions, trains ou navires, ou encore des infrastructures touristiques. Cette évolution s'est traduite par une gestion tarifaire multipliant les segments de clientèle et permettant de satisfaire une demande large et diversifiée.⁷ Cette

⁴ Cette synchronisation des activités reliées verticalement n'exige pas de les rassembler en un même lieu ou dans une même entreprise même si cela a été largement le cas dans le passé. Les nouvelles technologies de l'information et de la communication rendent possible et rentable une architecture industrielle modulaire assise sur des propriétés distinctes.

⁵ Cette réalité est commune aux économies de marché décentralisées et aux économies administrées. Elle n'est en rien une caractéristique d'un statut particulier de la propriété des moyens de production. Ce qui diffère entre ces deux économies est la configuration des marchés.

⁶ Jevons (1865) énonçait déjà le paradoxe suivant lequel l'accroissement de l'efficacité économique dans l'utilisation du charbon ne réduit pas la demande pour cette ressource, mais l'accroît au contraire. Charbonnier (2020 p. 289-314) évoque, dans le même esprit, l'accélération de la croissance au cours des trente glorieuses et corrélativement l'éclipse de la nature dans une économie devenue celle du pétrole à bon marché, non sans en souligner la dimension politique et sociale. Veltz (2017) se réfère à ce même effet Jevons pour constater que la consommation de métaux a augmenté beaucoup plus vite que la dématérialisation relative des produits. La dématérialisation est, en fait, une illusion qui cache un déplacement de l'usage des matériaux et la recherche de matériaux de substitution (Veltz, 2021). À cet effet Jevons, s'ajoute un effet de « profondeur technologique » résultant de la complexité croissante des biens et de la multiplication des étapes productives et des composants qu'ils incorporent (Veltz, 2021).

⁷ L'une des principales raisons de la pratique de prix discriminants est qu'elle garantit la survie de l'entreprise en présence de coûts fixes ou irrécouvrables, y compris en l'absence de barrières à l'entrée. C'est elle qui

convergence entre le monde manufacturier et le monde des services a été d'autant plus forte que les fabricants de produits manufacturiers en sont venus progressivement à vendre davantage des services que des objets et que se développe une économie de la fonction.⁸ Une telle industrialisation du secteur des services ne pouvait avoir d'autre conséquence que d'accroître encore la consommation de ressources primaires.

Risques sociaux et environnementaux

Après la Deuxième Guerre mondiale, qualifiée de Trente Glorieuses, l'indexation des salaires sur les gains de productivité et le renforcement de la protection sociale ont permis que salaires directs et indirects deviennent la composante essentielle de la demande et soutiennent la croissance.⁹ Les risques sociaux s'en sont trouvés significativement atténués. Mais c'est aussi une période au cours de laquelle l'exploitation des ressources naturelles n'a jamais été aussi intense.¹⁰ Il faut, alors admettre que « réduire la justice sociale à ces termes quantitatifs de l'échange salarial (montant des salaires, durée du travail) a été l'une des faiblesses du modèle social hérité de l'après-guerre. Tout entier indexé sur des indicateurs économiques (la croissance, le PIB, le taux de chômage), ce modèle a ignoré le fait que l'organisation du travail et la préservation de l'environnement sont les deux faces d'un même modèle » (Supiot, 2020 p. 134).

Il est possible d'en conclure que « l'État social, en dépit de ses immenses bénéfices, a contribué à consolider les objectifs de performance économique qui conditionnent son financement, et qui en retour provoquent une mise en concurrence des risques sociaux et des risques écologiques » (Charbonnier, 2020 p. 424). Les choses sont, cependant, plus complexes que cela. Une répartition primaire relativement égalitaire des revenus, assurée par le nouveau mécanisme salarial basé sur une indexation sur les gains de productivité, tout en étant un facteur de croissance, rend moins nécessaire une redistribution secondaire. Le besoin de financement des dépenses sociales n'est pas indicé sur un taux de croissance régulier. Il ne s'accroît en proportion que lorsque la croissance est affaiblie et irrégulière, profitant aux catégories sociales les plus riches. L'aggravation des risques sociaux va, alors, de pair avec celle des risques écologiques sans, pour autant, que cela puisse faire penser que la contradiction entre l'avenir social à court terme et l'avenir de la planète à long terme est aisément levée. Les questions en débat sont, alors, de savoir, d'une part, si le retour à un

permet d'innover en jouant sur la dimension des marchés (Baumol, 2002 p. 167-171). Cette pratique est une illustration du véritable rôle des prix entre les mains des entreprises, moins un signal qu'outil de viabilité.

⁸ Cette évolution que met en exergue Veltz (2021) a été perçue dans les études portant sur le futur de la chimie dès les années 1970 (Colombo, 1980, Lanzavecchia et Mazzonis, 1983) à un moment où il était déjà question d'énergie, de santé et d'environnement.

⁹ Alors que la croissance, au début de la révolution industrielle, procède d'une augmentation de la durée du travail entraînant une hausse du taux d'utilisation des équipements, elle résultera, progressivement, d'une réorganisation du processus de production en équipes de travail permettant d'augmenter plus encore le taux d'utilisation des équipements. La possibilité est, alors, ouverte d'une hausse de la productivité du travail accompagnée d'une hausse des salaires réels et d'une baisse séculaire de la durée du travail.

¹⁰ Il n'est pas indifférent de noter que les économies planifiées à la mode soviétique ont consommé autant sinon plus de ressources que les économies de marché compte-tenu de l'ampleur des gaspillages occasionnés par l'incurie des dirigeants (de l'État) sans pouvoir faire état d'une croissance porteuse d'une amélioration du niveau de vie. La division du travail mise en œuvre ne s'est pas accompagné d'une extension des marchés faute d'informations pertinentes sur les préférences des clients. La situation de la Chine, devenue un capitalisme autoritaire, est quelque peu différente dans la mesure où les productions ont des débouchés principalement extérieurs, répondant ainsi aux préférences identifiées sur les marchés des clients. Elle se rapproche de la situation des pays occidentaux de la période des trente glorieuses.

contexte institutionnel « idéal » (du point de vue social) peut raisonnablement être attendu et, d'autre part, s'il conserve ses vertus en intégrant le paramètre écologique. Si la réponse à la deuxième question est négative, il faut s'interroger sur la possibilité d'un nouveau modèle de développement qui aurait le mérite de concilier exigences sociales et exigences écologiques, pour lequel il n'existe pas de références historiques. Mais sans oublier que le développement ne naît pas de l'investissement quel qu'il soit, ni du progrès technique quel qu'il soit, à l'opposé de ce que retient la théorie standard. Il naît de formes institutionnelles qui, en toute hypothèse, incluent des mécanismes sociaux de répartition des revenus et des richesses que l'on ne peut réduire à l'existence de droits de propriété.

Quoi qu'il en soit, la démultiplication de la consommation des ressources constitue, à terme, une limite intrinsèque à la croissance (Georgescu-Roegen, 1976).¹¹ Repousser cette limite requiert de changer les modes de production et de consommation et non de substituer le capital et la technique aux ressources. Ce qui conduit à se poser deux questions, sans doute interdépendantes : celle de la viabilité de la transition au regard des bouleversements envisagés qui relèvent, en toute hypothèse, de la destruction créatrice ; celle de la faisabilité au regard du bien-être individuel et social du nouveau régime de développement fondé sur la sauvegarde des biens environnementaux.¹²

3. La transition nécessaire

La revendication d'une transition écologique nécessaire laisse planer le doute sur ce que pourraient être les propriétés du nouveau régime de développement issu de cette transition ainsi que sur sa faisabilité aussi bien en termes de bien-être économique et social que de sauvegarde des ressources naturelles. Deux options sont ouvertes, la décroissance ou une croissance verte, qui se réfèrent toutes deux à l'existence hautement questionnable d'un équilibre. Cela tient à l'incertitude qui prévaut sur le terrain scientifique comme sur le

¹¹ Dans cette perspective, l'accent est mis sur l'épuisement des ressources naturelles plutôt que sur le changement climatique et ses effets. Il reste que mettre, au contraire, l'accent sur ce dernier ne devrait pas masquer les consommations de ressources associées aux nouvelles technologies censées réduire les émissions de gaz à effets de serre (Sainteny, 2015). Les deux questions, celle que pose la rareté intrinsèque des ressources naturelles et celle que pose l'existence d'externalités négatives telles que l'émission de gaz à effets de serre ne peuvent pas être dissociées.

¹² Poser le problème environnemental en ces termes invite à se séparer des analyses qui établissent des scénarii alternatifs sur la base de modèles reposant sur des fonctions de production standard à rendements d'échelle constants, sur le comportement d'agents maximisant leur utilité sur la base des prix relatifs, voire sur des anticipations parfaites, qu'il s'agisse du modèle NEMESIS (Fougeyrollas et alii, 2015, Ravet et alii, 2019), du modèle ThreeME (Callonnec et alii, 2013), ou des travaux sur la valeur de l'action sur le climat (rapport Quinet 2019). Ces modèles postulent l'existence d'un sentier de croissance équilibrée de long terme à la Solow (Nordhaus, 1994). Le rôle qu'y jouent les prix est essentiel au point qu'est utilisée la technique dite du prix fictif (ou valeur tutélaire du carbone) permettant de mimer des mesures réglementaires de politique publique. Ces modèles d'équilibre général calculable ont pour propriété de prédire des adaptations à long terme (à 35 ou 50 ans, par exemple) à une hausse d'une taxe carbone, consistant en réallocations sectorielles basées principalement sur la flexibilité (plus ou moins forte) des prix et sur les substitutions qu'elle engendre, sans prendre en compte des coûts de transition très difficiles à estimer, ni d'ailleurs l'incertitude sur les technologies et les marchés à venir. L'intérêt du modèle NEMESIS est, cependant, de montrer que les politiques environnementales ne peuvent avoir d'effets durables qu'à la condition d'être accompagnées d'innovations dont il importe de comprendre les mécanismes d'émergence (Zagamé, 2020 p. 11). Il est, en outre, intéressant de noter que les simulations de trajectoires zéro carbone à l'horizon 2050 conduisent à une très forte envolée, peu crédible, de la taxe carbone, incitant à s'interroger sur l'objectif en question et plus encore sur la pertinence de modèles dont les mécanismes estimés sur le passé sont peu aptes à rendre compte de sentiers très chahutés (Zagamé, 2020 p. 9-10).

terrain économique. Sur le plan scientifique, nombre de politiques environnementales ont des effets multiples, éventuellement en contradiction les uns avec les autres quant à leur impact sur l'environnement (Héraud, 2020). Les connaissances technologiques et les politiques qu'elles suggèrent ne peuvent qu'évoluer avec l'expérience. La même incertitude pèse sur la configuration future de l'économie. Il n'y a pas à attendre l'avènement d'un quelconque âge d'or. La seule certitude que l'on peut avoir est qu'il faudra parvenir à concilier l'objectif environnemental d'économie des ressources et l'objectif social d'équité entendus comme des critères conjoints de viabilité du chemin suivi.

De la décroissance à la croissance « verte »

Le débat sur le nouveau modèle de développement oppose les tenants de la décroissance à ceux d'une croissance « verte ». Les premiers envisagent une rupture radicale en privilégiant l'écologie au détriment de la croissance économique. Les seconds entendent simplement amender le régime de croissance. Ces deux approches ont, le plus souvent, en partage une représentation avant tout quantitative du problème et raisonnent, implicitement ou explicitement, en termes d'équilibre. L'une et l'autre relève d'une théorie économique qui n'a pas rompu avec un dogme mécanique reposant sur la croyance que toutes les lois temporelles doivent être des fonctions du temps d'horloge.

Le projet, plus ou moins explicite, des partisans de l'écologie radicale, tenants de la décroissance, est de stopper l'activité économique de manière à stopper les prélèvements sur une nature rare et les émissions de polluants. Il s'agit bien de modifier le rythme de la croissance en même temps que celui de l'exploitation de la nature en supposant qu'ils obéissent l'un et l'autre à une même loi temporelle qui n'est autre que la loi du temps de l'horloge mécanique. « Le prisme de la décroissance reste trop lié à une vision que l'on pourrait finalement qualifier de standard des enjeux écologiques, en termes d'équilibre et de rythme d'exploitation des ressources » (Missemer, 2013 p. 73).

Or il faut bien constater que ni l'état stationnaire, ni même la décroissance ne permettent d'écarter définitivement l'épuisement des ressources et la pollution. Ce serait, si l'on suit Georgescu-Roegen (1971), ignorer le poids des stocks et céder au complexe de flux : un flux constant de consommation reste un prélèvement sur des stocks limités de ressources. « Contrairement, écrit-il, à ce que soutiennent Kenneth Boulding et, avec plus de force, Herman Daly, qui ont repris l'idée de John Stuart Mill, le salut écologique ne peut pas venir de l'état stationnaire. L'idée du salut écologique par l'état stationnaire est née – semble-t-il – d'une erreur logique : un système qui ne croît pas doit être stationnaire. En vérité, il ne peut y avoir de salut écologique, mais seulement une lutte acharnée avec une nature avare » (Georgescu-Roegen, 1978 p. 368). Il ne s'agit pas, en l'occurrence, d'opposer l'homme à la nature, mais bien de reconnaître la contradiction fondamentale entre l'activité humaine et la préservation des ressources afin d'y survivre.

Cette dénonciation de l'idée de décroissance a pour corollaire la conviction que la question économique ne peut pas être entièrement subordonnée à la question environnementale. Pour Georgescu-Roegen, le processus économique est, certes, d'abord un processus physique, mais il ne s'y réduit pas pour la simple raison qu'il est le fruit d'une activité humaine qui répond à des choix de vie et de société qui ne peuvent pas avoir pour seule

dimension la préservation d'une nature présumée immuable.¹³ Si la décroissance peut être condamnée du fait de son coût social, cela ne tient pas fondamentalement à ce qu'un tel coût aurait pour effet de dissuader la population d'y adhérer, mais, plus prosaïquement, dès lors qu'elle devait signifier un arrêt de l'activité humaine et non pas une croissance nulle.

Si la croissance est le produit de l'organisation industrielle, en interrompre le cours signifie renoncer à cette organisation (que certains dénomment le productivisme) permettant de réduire drastiquement la consommation de ressources naturelles en même temps que l'usage de biens de production spécifiques. Il s'ensuivrait une réduction de la productivité moyenne et une fixation conventionnelle des rémunérations (des salaires), basée sur des minima biologiques ou sociaux, en l'occurrence permettant de minimiser l'empreinte sur la nature. Cette économie se rapprocherait des économies préindustrielles (principalement agricoles) caractérisées par la surpopulation induite par le manque de capital devenu un facteur limitatif, telles que les analyse Georgescu-Roegen (1960) (voir en annexe).

Le programme alternatif vise à instaurer une croissance « verte ». Sans doute, une telle croissance est-elle possible, économe en ressources, réparant les dégâts causés à l'environnement ou les prévenant notamment en allongeant le cycle de vie des produits. Elle continuerait de reposer sur une organisation industrielle des activités, à commencer par les activités de service (R&D, ingénierie, réparation, entretien, recyclage), mais dans des conditions où produits « verts » et technologies « vertes » viendraient progressivement se substituer à des produits « bruns » et technologies « brunes ». Cette organisation industrielle, il faut le rappeler ici, a pour caractéristique de synchroniser les opérations de production de façon à maximiser le taux d'utilisation des facteurs de fonds (équipements et ressources humaines). Elle n'est pas liée à un type particulier de biens ou de services. Elle est d'autant moins nécessairement géographiquement concentrée qu'il est fait appel à des technologies numériques qui permettent d'abolir le poids des distances en même temps que celui du temps.

Le propre de cette organisation est de reposer sur une demande (une taille des marchés) suffisamment large pour être efficace en termes d'usage des ressources. Le développement de ce que l'on dénomme les éco-industries obéit à ce scénario. Les activités curatives ou préventives deviennent le champ d'action d'entreprises spécialisées qui s'inscrivent dans une division verticale du travail et sont fournisseuses de biens et services environnementaux aux entreprises polluantes. Leur rentabilité est précisément liée à la taille de leurs marchés ouverts à une clientèle potentiellement large (Sinclair-Desgagné, 2008, 2011). Une

¹³ Il suffit, pour se convaincre de cela, de se rapporter à sa façon de concevoir la valeur. Les économistes classiques ou néo-classiques, qu'ils se réfèrent à la valeur travail ou à la valeur utilité, ont en partage d'accepter l'idée que le processus économique est créateur de valeur. Si l'on se place du point de vue de l'échange avec la nature, on pourrait considérer que seule la nature crée de la valeur et que les activités commerciales et industrielles ne font que la transformer (Daloz, 1978 p. 42). Quesnay et les physiocrates avaient, sans doute, ce point de vue, considérant que seule la terre était créatrice de valeur, les activités non agricoles et la classe qui les met en œuvre étant stériles, ce qui, toutefois, ne voulait pas dire inutiles (ibid. p. 99). Georgescu-Roegen, tout en observant que toute notre vie se nourrit de basse entropie, considère que la quantité d'énergie ainsi consommée ne peut pas être acceptée comme la seule cause de la valeur économique y compris, nous dit-il, par les économistes qui ne confondent pas cette valeur avec les prix. En effet, si le processus physique est automatiquement entropique, le processus économique, certes entropique en tant que processus physique, est dépendant de l'activité humaine dont la raison d'être est la valeur accordée à la vie laquelle varie suivant le lieu et le temps. En bref, une basse entropie est une condition nécessaire, mais non suffisante pour créer de la valeur (1971 p. 276-83, 1979a).

observation de même ordre peut être faite concernant le développement de l'énergie éolienne ou solaire, dont la rentabilité suppose l'accès à un vaste marché pouvant nécessiter la mise en œuvre de centrales de grande taille plutôt que de reposer sur des rachats de l'électricité produite à des prix subventionnés (Savasta, 2020).¹⁴

Le mécanisme au cœur de la croissance de la production réside toujours dans l'obtention de gains de productivité basée sur des rendements d'échelle croissants de la production qui autorisent baisses de prix et hausses de revenus.¹⁵ Celles-ci portent en elles une nouvelle extension du marché (i.e. une hausse de la demande pour les biens existants, mais aussi et surtout pour de nouveaux biens et services, « verts » en l'occurrence, favorisant un nouvel approfondissement de la division du travail et ainsi de suite.

Ce mécanisme de croissance endogène, qu'avait identifié (Smith, 1776)¹⁶, s'est traduit par l'augmentation et la diversification des emplois, qui expliquent la sortie de la pauvreté, sans oublier la diminution séculaire du temps de travail. Ce qui n'est évidemment possible que dans une économie marchande aux besoins diversifiés où la monnaie et le crédit sont à même d'assurer transmission de l'information et coordination des échanges.¹⁷

La question demeure de savoir s'il est vraiment possible d'imaginer la pérennité du cercle (relativement) vertueux ainsi décrit en limitant significativement les atteintes à l'environnement. La dénonciation abrupte du productivisme n'apporte guère au débat. Elle n'est autre que la dénonciation de la croissance elle-même. Elle masque le fait que la productivité n'est pas seulement une donnée technique, mais qu'elle dépend de la façon dont l'économie est coordonnée de sorte qu'une chute des gains de productivité peut aller de pair avec une forte consommation de ressources primaires et vice-versa. Le vrai sujet est celui des conditions dans lesquelles la coordination prend place dans une économie qui suit un chemin hors de l'équilibre, dont la cible n'est pas connue à l'avance quoique répondant à des objectifs généraux d'équité de la répartition des richesses et de sobriété dans l'utilisation des ressources (Amendola et Gaffard, 2018, 2019).

La nature de la transition

La croissance entendue comme un changement mesuré par un indice de quantité procède de changements *qualitatifs* initiés par les entrepreneurs, le développement au sens de

¹⁴ Une action alternative consiste dans la mise en réseau de petites unités réparties sur un territoire donné que l'on désigne par villes intelligentes, la taille étant alors celle de l'infrastructure du réseau.

¹⁵ La thèse de la proportionnalité nous dit que doubler les quantités de facteurs ne fait que doubler la quantité de produit. Une parfaite divisibilité des facteurs prévient l'existence d'économies d'échelle. Dès lors, des rendements d'échelle croissants résultent nécessairement de changements qualitatifs (d'innovations) prenant, notamment, la forme d'une nouvelle organisation industrielle (pour une analyse de la divisibilité et de la proportionnalité des facteurs et des processus de production voir Georgescu-Roegen, 1967).

¹⁶ Un mécanisme dont il faut convenir qu'il est davantage pertinent que celui commun aux modèles « modernes » de croissance faisant reposer celle-ci sur une hypothèse technique de linéarité singulièrement arbitraire permettant de justifier de l'existence d'une croissance régulière (voir sur ce point Solow, 2000 p. 99 et suivantes).

¹⁷ L'erreur fatale de bien des théories économiques est d'avoir isolé une économie dite « réelle » d'une économie monétaire, une erreur que ne commet pas Keynes. Bien sûr il est nécessaire de considérer les deux faces de la monnaie et de la finance, la face claire et la face sombre, selon que l'activité d'entreprise l'emporte ou non sur l'activité de spéculation. Imaginer pouvoir se passer de monnaie et de finance dans la perspective d'éradiquer l'activité de spéculation n'y mettrait pas un terme au contraire de ce qui se passerait pour l'activité d'entreprise.

Schumpeter (1934, 1935), regroupant nouveaux produits, nouvelles méthodes de production, nouvelle organisation industrielle, ouverture de nouveaux marchés, accès à de nouvelles matières premières. Qu'est-ce alors que la transition écologique sinon la combinaison de ces différentes sortes d'innovations conduisant à la rupture des équilibres existants et provoquant un processus de *destruction créatrice* qui ne manquera pas d'affecter les structures de production et d'échange aussi bien sectorielles que géographiques.

Que la croissance soit « verte » ou « brune », elle reste le produit de ruptures endogènes, intrinsèque à l'organisation industrielle, remettant, en permanence, en cause la structuration de l'ensemble de l'économie en incitant à innover. De ce point de vue, elle est l'antithèse d'un état stationnaire.

Ces ruptures bouleversent systématiquement l'ordonnement et la synchronisation des processus de production avec comme conséquence que coûts et revenus sont dissociés dans le temps. Les entreprises doivent supporter les coûts de leurs investissements avant de pouvoir en obtenir les revenus. Cela n'aurait aucune importance si le point d'arrivée du processus de transition était connu, si les entreprises étaient en mesure d'effectuer un calcul d'optimisation inter-temporelle que valideraient banquiers et actionnaires en fournissant les moyens financiers nécessaires. Mais s'il est question de changements radicaux de technologies et de préférences, comme c'est souvent le cas avec ceux impliqués par la transition écologique, un tel calcul est impossible.

Les ruptures prennent, en effet, place dans un contexte marqué à la fois par l'irréversibilité des décisions prises, que les investissements soient tangibles ou intangibles, rendant tout retour en arrière coûteux, et par l'incertitude quant à leurs résultats. Les technologies « vertes » ne sont pas connues *a priori* et procèdent de l'expérimentation.¹⁸ Les marchés « verts » ne sont pas davantage connus et doivent être progressivement construits.¹⁹

¹⁸ Ainsi les technologies potentiellement susceptibles de réduire les émissions de CO2 sont nombreuses. Il est, par exemple, question de capture du CO2 ou encore de dégradation chimique de la molécule de CO2. De multiples pistes sont ouvertes entre lesquelles il est *a priori* difficile d'en désigner une en particulier plus prometteuse que les autres. La technologie qui l'emportera sera le fruit d'une interaction entre la recherche scientifique et technologique et les conditions économiques qui prévaudront. Certains événements récents, tels que les problèmes rencontrés par les centrales de géothermie, témoignent de la nécessité de cette expérimentation

¹⁹ Le type de difficulté à laquelle peut se heurter une croissance « verte » est illustré par le cas de la construction en bois. « Le bois a représenté moins de 10% des logements individuels construits en France en 2018 et seulement 4,3% du collectif. C'est pourtant un matériau d'exception : en termes de conservation, d'isolation thermique de bilan carbone de valorisation des ressources locales d'utilisation et de légèreté. La France dispose aussi de la 3ème surface forestière européenne. Mais rien n'y fait car la massification de l'usage du bois se heurte à deux contraintes. En amont, la ressource est sous-exploitée : 75% des forêts françaises sont détenues par de petits propriétaires privés ce qui empêche l'industrialisation du secteur. Ensuite, les spécialistes du bois, à 60% des TPE de moins de 10 salariés, sont positionnées sur des constructions artisanales et le sur-mesure et elles n'ont pas les moyens financiers pour changer d'échelle » (Mirlicourtois, 2020a). Le changement de modèle impliquerait des investissements très importants en même temps qu'une réorganisation de la filière exigeant du temps. Toutefois, si la filière se réorganisait et s'industrialisait, ce serait sans doute pour importer davantage de bois encore de zones qui souffrent déjà de phénomènes de déforestation sauvage. D'où la nécessité, par exemple, de mettre en place des labels ou des certifications et de n'accorder des aides ou des avantages qu'aux constructions faisant appel à ces filières certifiées. Mais alors se posent des problèmes de droit de la concurrence.

En toute hypothèse, les ruptures ne peuvent que modifier en profondeur la distribution des activités productives. Il n'est qu'à se rapporter à la transition énergétique pour s'en convaincre. Il s'agit bel et bien de substituer les énergies renouvelables aux énergies fossiles. Cette substitution se traduira par une forte augmentation du prix de l'énergie avec des gagnants, les entreprises productrices d'énergie et de matériels pour les énergies renouvelables, et des perdants, les clients, entreprises ou ménages avec à la clé des problèmes de compétitivité pour les unes, de pouvoir d'achat pour les autres.²⁰

Le défi pour l'ensemble des acteurs à commencer par les entreprises est de faire face à cette incertitude radicale, non pas en s'abstenant et en se réfugiant dans la recherche de gains à court terme, mais en s'organisant de manière à pouvoir s'engager à long terme. La transition n'est pas la convergence vers un nouvel équilibre dont on connaîtrait les contours. Elle est une évolution *hors de l'équilibre* dont on cherche à établir les conditions de viabilité (Amendola et Gaffard, 1998).

Le défi de l'équité et de la sobriété

Le moment a pu être envisagé où les besoins essentiels de tous seraient satisfaits et qu'une fois ce seuil franchi les individus pourraient bénéficier d'un temps de loisir beaucoup plus long qu'ils consacreront à des buts non économiques (à l'art et à la culture) (Keynes 1930) en imaginant de pouvoir ainsi préserver la nature. Un moment qui ne saurait, toutefois, signifier, ni la fin du travail ou du salariat, ni celle de la monnaie et de la finance, car il s'agira toujours d'identifier des préférences et de dégager des moyens pour les satisfaire dans un contexte d'incertitude, sauf à renoncer à toute forme de production et à faire l'éloge de la paresse en ignorant d'ailleurs ce que cet éloge recouvrait quand il a été prononcé.²¹ Il n'est qu'à souligner, pour s'en convaincre, que le développement des activités culturelles requiert un financement directement ou indirectement par l'impôt perçu sur des activités marchandes et irrigue, en retour, ces activités marchandes (le transport, l'hébergement, la restauration, l'hébergement, mais aussi nombre de productions manufacturières).²²

Ce moment, si jamais il existe, n'a de sens que si la situation d'abondance est partagée par tous. L'abondance envisagée par Keynes (1930) est le fruit de gains majeurs de productivité associé à l'usage généralisé des machines (mais aussi, sans doute, à une consommation toujours aussi forte des ressources primaires auxquelles les machines ne sont pas substituées, bien au contraire). Ces gains vont, naturellement, de pair avec une réduction du volume de l'emploi et du temps de travail. Encore faut-il considérer comment est répartie cette réduction. Il peut arriver que l'emploi soit maintenu, voire augmente, au bénéfice des

²⁰ Artus (2020) évoque un triplement du prix de l'énergie impliquant une hausse de 12% du niveau général des prix comme conséquence de l'obligation de zéro carbone en 2050. Une telle hausse est attribuée au coût de l'énergie renouvelable qui serait trois fois plus élevé que celui de l'énergie fossile en raison de l'intermittence de la production (en Europe, le solaire produit pendant 15 % du temps, l'éolien onshore pendant 30 % et l'éolien offshore pendant 50 %) impliquant notamment de sur-dimensionner la capacité de production par rapport à la demande et de stocker l'électricité.

²¹ On ne peut ici qu'évoquer Paul Lafargue et son livre 'Le droit à la paresse', paru en 1880. Écrit dans un contexte social et économique très différent de l'actuel, avant que ne se soit développé l'État social, il appelait à l'augmentation des salaires et de la consommation ouvrière, dénonçait l'ineptie de la surconsommation des bourgeois ou le recours à des travailleurs improductifs. Autrement dit, il adoptait des positions que Keynes n'aurait pas reniées, qui n'ont rien à voir avec un état stationnaire.

²² Les ravages économiques causés par la fermeture des activités culturelles liée à la pandémie en témoignent largement (Mirlicourtois, 2020b).

plus (très) qualifiés et diminue ou devienne précaire et partiel pour les travailleurs les moins qualifiés. Dans ce dernier cas, l'abondance pour les uns masquerait la pauvreté de la plupart. La fin de travail confinerait à la paupérisation et à la violence qu'elle pourrait susciter (Fitoussi, 2020 p. 75-95). La question environnementale est bel et bien indissociable de la question sociale des inégalités.

Il est, d'ailleurs, vraisemblable qu'un creusement fortement accru des inégalités qui résulterait d'une transition mal engagée modifierait sensiblement la structure de la demande en faveur des biens de luxe, des consommations ostentatoires, au détriment des biens essentiels, éventuellement des biens « verts ».²³ Tout procède, en l'occurrence, de préférences non homothétiques signifiant que l'augmentation du revenu se traduit, non par une augmentation de la demande des mêmes biens, mais par la demande de nouveaux biens (Georgescu-Roegen, 1950). Dès lors, le creusement des inégalités fait que nombre de biens sont demandés en petite quantité par des individus très riches en petit nombre et produits avec des technologies à rendements constants (sans gains de productivité) non sans une forte consommation de ressources naturelles. Il affecte ainsi négativement la croissance.²⁴ En revanche, seule l'existence d'une large classe moyenne (et donc une relative égalité de revenus) est susceptible d'assurer la rentabilité d'une gamme large de biens et services « verts » produits avec des technologies à rendements croissants, en rendant crédibles des investissements ayant un long temps de gestation, tant privés que publics.²⁵

Sans doute, des consommateurs riches ayant la disposition à payer à leurs prix élevés des produits nouveaux « verts », pour lesquels les coûts de R&D sont élevés, permettent aux entreprises concernées d'innover, de couvrir ces coûts avant de pouvoir procéder, ultérieurement, à des baisses de prix. Mais encore faudrait-il qu'il n'y ait pas d'écarts de revenus trop importants pour que l'effet de ruissellement ait lieu, en fait que la classe moyenne existe bel et bien, entraînant les entreprises à baisser effectivement leurs prix plutôt que de capter une rente en les augmentant en jouant de la disponibilité à payer des plus riches.²⁶ Une simple augmentation du nombre des emplois dans un contexte de polarisation de ces emplois et des salaires qui leur correspondent n'entraîne en rien un changement qualitatif qui ferait surgir la demande pour de nouveaux biens et services (Georgescu-Roegen, 1968/1976 p. 179). Ce qui est vrai en général l'est aussi de la demande de biens et services « verts ».

²³ L'expérience de la crise sanitaire est une claire illustration du fait qu'une chute brutale du produit intérieur brut s'accompagne d'un accroissement des inégalités.

²⁴ Cette analyse de la relation entre croissance et répartition médiatisée par la structuration de la demande entre biens salariaux et biens de luxe a été développée pour expliquer les conséquences de la forte inflation observée dans les pays d'Amérique Latine au cours des années 1960. Le propre d'une telle inflation est, en effet, de distordre la structure de la demande en faveur des biens de luxe et de pénaliser les investissements, qui ont un long temps de gestation, et les services publics (Georgescu-Roegen, 1968).

²⁵ La non-homothétie des préférences consiste ici non pas à seulement opposer riches et pauvres en termes d'élasticité-revenu de leurs consommations et d'élasticité de substitution entre biens « verts » et biens « bruns », mais à prendre en considération l'impact sur la taille de la demande de la structure des revenus (et donc de la demande). Ce qui va de pair avec la considération de productions basées sur des technologies à rendements croissants.

²⁶ Cette analyse est confortée par les travaux théoriques et empiriques montrant que la relation entre inégalités et innovation environnementale est fortement non linéaire et dépend crucialement du revenu par tête et qu'une excessive inégalité bloque le développement des technologies environnementales dans les pays riches (Vona et Patriarca, 2011).

Il reste que la transition écologique est porteuse de destruction créatrice qui affecte très inégalement les individus. Il y aura inévitablement des gagnants et des perdants, ceux qui accéderont à un meilleur emploi et ceux qui perdront le leur, ceux qui pourront acheter les nouveaux biens « verts » et ceux dont les consommations de biens « bruns » seront pénalisées par les taxes, ceux qui vivent et travaillent dans les nouvelles zones d'activité et ceux qui sont touchés par le déclin des zones géographiques abritant les « vieilles » industries. La redistribution nécessaire *ex post* ne dispense pas d'envisager la possibilité d'en réduire l'ampleur en évitant des destructions trop brutales et pour partie inutiles.²⁷

La possibilité d'un cheminement de l'économie relativement égalitaire faisant une place aux contraintes de ressources n'élimine pas la contradiction fondamentale entre économie et nature. Aussi ne dispense-t-elle pas d'envisager un monde dans lequel les besoins absolus seraient dissociés des besoins relatifs, les seconds étant les seuls insatiables, correspondant à un désir de supériorité sur ses semblables, à un désir de consommations ostentatoires.

De fait, de nombreux biens et services peuvent sembler avoir peu d'utilité et ne guère contribuer au bien-être individuel ou social. Certains voient, d'ailleurs, dans l'usage qui est fait des nouvelles technologies l'explication d'un ralentissement de la productivité et de la croissance, d'une stagnation séculaire (Gordon, 2015).²⁸ En toute hypothèse, les ressources non renouvelables seraient en partie préservées grâce à la limite imposée, sinon acceptée, aux besoins. Il reste que la formation des préférences n'est pas indépendante de la division du travail et que la production, y compris celle de biens ostentatoires, est source d'emplois et de revenus.²⁹ La difficulté est de penser la viabilité d'une société exempte de besoins ostentatoires qui continuerait de satisfaire efficacement des besoins réputés absolus en conservant le principe d'une organisation industrielle, mais en réduisant l'obsolescence, en promouvant la vente de services plutôt que de biens³⁰ et en promouvant des activités de réparation et de recyclage propres à amoindrir les impacts sur l'environnement (des activités

²⁷ Les mesures de redistribution classiquement proposées sont des mesures *ex post*. Elles consistent en subventions attribuées aux perdants et en baisse des impôts sur le travail en faisant usage des recettes de la hausse de la taxe carbone (Vona, 2019, Aubert et Chiroleu-Assouline, 2019). Cette dernière solution n'est pas sans poser problème. Une hausse importante de la taxe carbone, outre son impact déjà mentionné sur le tissu productif, si elle devait réussir, aurait pour conséquence un affaiblissement de la base fiscale rendant à terme fragile tout le système fiscal dans sa fonction de redistribution comme dans sa fonction globale de financement de la dépense publique.

²⁸ Dissocier les besoins n'est, de toute façon, pas chose aisée. Des biens de première nécessité peuvent disparaître, d'autres peuvent le devenir comme les biens culturels. Aussi est-il davantage pertinent de se placer davantage sur le terrain de l'obsolescence des biens que sur celui de leur utilité.

²⁹ Le problème a pu être présenté dans sa dimension anthropologique. « C'est nous et nous seuls qui avons été condamnés à des travaux forcés à perpétuité. La rareté est la sentence portée par notre économie, et c'est aussi l'axiome de notre économie politique » (Sahlins, 1972/1976 p. 41). Elle devient ainsi le revers de l'insatiabilité, celui de la classe de loisir (Veblen 1899) ou celui de la masse des individus engagés dans une rivalité mimétique sous l'emprise du capitalisme reposant sur l'extension de la marchandisation (Orlean, 2011 p. 132-138).

³⁰ Où il peut, de nouveau être question d'économie de la fonction. Veltz (2021) évoque la possibilité d'un partage de l'usage des biens, devenu ainsi plus intense, qui pourrait avoir pour effet une réduction du volume global de consommation de ressources tout en garantissant la mise en œuvre de nouveaux emplois. À condition qu'il ne s'ensuive pas une explosion de la demande (l'effet Jevons). Où, également, il peut être question de réglementations limitant l'obsolescence, par exemple, en imposant l'indemnisation des clients dont les produits qu'ils détiennent ne seraient plus utilisables du fait d'innovations modifiant les conditions de cette utilisation.

jamais gratuites en termes énergétiques, mais aussi frugales que possible).³¹ Cette société, qui participe de l'utopie, pourrait être aussi une société au sein de laquelle la population est devenue quasi stationnaire.³²

Georgescu-Roegen nous propose pour y parvenir un programme bioéconomique minimal. « Bien sot, écrit-il, serait celui qui proposerait de renoncer totalement au confort industriel de l'évolution exosomatique. L'humanité ne retournera pas dans les cavernes, ou plutôt sur les arbres ! Il n'en reste pas moins que certains points pourraient être inclus dans un programme bioéconomique minimal (...) interdire la production de tous les instruments de guerre (...) aider les nations sous-développées à parvenir aussi vite que possible à une existence digne d'être vécue, mais non point luxueuse (...) diminuer progressivement la population jusqu'à un niveau où une agriculture organique suffirait à la nourrir convenablement (...) éviter soigneusement et, si nécessaire, réglementer strictement tout gaspillage d'énergie (...) nous guérir nous-mêmes de notre soif morbide de gadgets extravagants (...) nous débarrasser de la mode, cette maladie de l'esprit humain, (nous entraînant) à jeter une veste ou bien un meuble alors qu'ils sont en mesure de rendre les services que l'on est en droit d'en attendre (...) (faire en sorte que) les marchandises durables soient rendues plus durables encore en étant conçues comme réparables (...) nous guérir nous-mêmes du 'cyclodrome du rasoir électrique' qui consiste à se raser plus vite afin d'avoir plus de temps pour travailler à un appareil qui rase plus vite encore, et ainsi de suite à l'infini » (Georgescu-Roegen, 1976 p. 33-34 ; 1979b p. 103-104).

Ce projet, plus modeste que celui de décroissance, mais surtout plus attentif à l'éthique humaine, vise avant tout des changements qualitatifs rendant l'homme plus respectueux de la nature (Missemer, 2013 p. 51). Il appelle à des restructurations, mais il n'est pas nécessairement incompatible avec la croissance (Missemer, 2013 p. 72).

4. Transition écologique et mécanisme des prix

La transition écologique, comme toute mutation structurelle, est une rupture avec les équilibres existants qui requiert, pour être menée à bien, que les entreprises puissent disposer de l'information de marché les incitant à investir. Elle concerne *l'ensemble de l'économie* dont les relations interindustrielles sont appelées à changer dramatiquement.³³ Dans une économie de marché, les prix jouent un rôle important d'incitation et de coordination, encore faut-il savoir lequel exactement.

La coordination par les prix

La théorie économique dominante s'en remet à une mécanique de l'utilité mue par le système de prix. L'acquisition d'information sur les technologies et marchés futurs passerait par leur augmentation engendrant de nouveaux investissements et s'accompagnant de

³¹ Il existe une certaine parenté entre ostentation et mimétisme. Le défi pourrait être de rendre ostentatoires les consommations « vertes » et de jouer du mimétisme en façonnant les préférences des individus et des collectivités grâce à l'éducation.

³² La question de la taille de la population, quelque délicate et complexe soit-elle, ne peut être laissée de côté. Elle est indissociable de celle de la taille de la demande globale et donc de celle de la consommation de ressources épuisables. Elle n'est pas indépendante de la question des inégalités et de leur impact sur la structure des besoins et de la demande.

³³ Il n'est pas inutile de rappeler ici que pour Schumpeter (1934) l'innovation est une rupture de ce qu'il appelle le flux circulaire qui n'est autre que l'équilibre général de Walras. Il entend par là souligner l'importance des interdépendances impliquant de ne pas s'en tenir à des analyses partielles.

destructions du capital existant jugées aussi inéluctables que sans effet à long terme. Il a pu ainsi être affirmé que le changement climatique ne pourra pas être combattu en réduisant l'activité économique, mais le sera en augmentant très fortement le prix du carbone quitte à changer la règle monétaire en excluant ce prix de l'indice des prix servant de référence aux interventions d'une banque centrale dévouée au seul objectif d'inflation quasi nulle et en faisant des destructions un mal inévitable mais sans conséquences à long terme.³⁴

La confiance dans le rôle assigné aux prix repose sur l'idée que la hausse des prix des ressources naturelles conduit à leur substituer des équipements, voire des services, munis de nouvelles technologies, via l'investissement lequel répond aux seuls prix des facteurs et des produits et au taux d'actualisation, avec comme effet recherché de réduire le volume des ressources naturelles consommées.

Le débat porte sur la valeur du taux d'actualisation et sur l'ampleur des variations de prix des ressources naturelles induites par les taxes. Nordhaus (2008) plaide pour un taux d'actualisation plutôt élevé (5%) pour estimer la valeur actuelle des dommages futurs induits par une tonne de CO₂ (ainsi fixée à 8 \$). Il en déduit une taxe carbone plutôt faible (8 \$ la tonne de CO₂) et n'augmentant que progressivement.³⁵ Cela a pour conséquence d'écarter nombre d'investissements fondés sur les technologies existantes puisque les sacrifices de leur mise en œuvre dépassent la valeur actuelle de leurs bénéfices futurs. Stern (2007) défend la position opposée, utilisant un taux d'actualisation faible (1,4%) de telle sorte que de nombreuses technologies « vertes » deviennent rentables, et proposant une taxe carbone élevée (85 \$ par tonne de CO₂). Nordhaus (2017) qui entend répondre à l'amplification des dommages induite par l'insuffisance des politiques climatiques, se rallie à l'idée d'une taxation élevée du carbone.

La divergence d'appréciation porte sur l'ampleur des dommages environnementaux et sur leur impact plus ou moins fort sur le taux de croissance futur. D'un côté, les dommages à venir sont présumés relativement faibles de sorte que les taxes environnementales doivent être relativement faibles et n'augmenter que progressivement. De l'autre côté, ces mêmes dommages sont perçus comme très élevés appelant une action urgente. D'un côté sont privilégiées les subventions à la R&D, de l'autre sont incités des investissements massifs dans les technologies existantes (des substitutions immédiates de technologies).

Ce débat n'a rien de simple (Gollier, 2012, 2016). L'absence de certitude sur l'avenir fait qu'un taux d'actualisation trop élevé (comme celui proposé par Nordhaus) est inacceptable. « Tout principe de décision relatif au développement doit tenir compte des incertitudes considérables qui entourent notre avenir collectif. La calibration de l'effet de richesse avec une croissance du PIB par habitant espérée ne suffit pas. Il faut tenir compte d'un effet de précaution (...) Si l'utilité marginale est convexe, introduire un risque d'espérance nulle sur la consommation future augmente l'espérance d'utilité marginale et donc l'intérêt d'investir aujourd'hui pour augmenter la consommation future. Plus cette fonction est convexe ou plus l'incertitude est importante, plus cet effet de prudence est important et plus il est

³⁴ Cette position (Rey, 2020) s'apparente surtout à une tentative désespérée de sauver la théorie dominante. Le prix du carbone se rapportant aux actifs environnementaux est sorti de l'indice de même que l'inflation des prix des actifs financiers n'est pas considérée dans la conduite de la politique monétaire.

³⁵ Cette proposition se heurte toutefois au « green paradox » aux termes duquel une augmentation progressive de la taxe carbone conduit les producteurs de produits fossiles à en extraire davantage aujourd'hui que demain avec pour effet une hausse des émissions de carbone à l'opposé de ce qui était attendu (Jensen et alii, 2015).

désirable d'augmenter les sacrifices présents pour affronter l'avenir incertain. Dans une économie décentralisée, ceci est atteint en réduisant le taux d'actualisation » (Gollier, 2016 p. 683). Cet effet de prudence est d'autant plus grand et le taux d'actualisation d'autant plus faible qu'est prise en compte la possibilité d'événements extrêmes plus fréquents que prédits par la loi normale (ibid. p. 686). Il en sera de même si le taux de croissance suit une marche aléatoire avec effets persistants (ibid. p. 688).

En l'occurrence, c'est l'incertitude sur les dommages environnementaux qui est mise en avant pour justifier des investissements publics comme privés. En revanche, l'incertitude qui pèse sur la nature des technologies performantes et des investissements censés les porter n'est pas, réellement, prise en considération. Il semble, pourtant, difficile de s'en tenir à un taux d'actualisation faible et à une taxe carbone élevée au risque de voir être engagé n'importe quel type d'investissement.³⁶

Le choix du taux d'actualisation et l'estimation du montant des taxes se trouvent ainsi liés à la seule estimation des dommages environnementaux, sans jamais considérer la séquence des événements structurés par des dommages économiques qui sont, implicitement, supposés transitoires en raison des forces de rappel qui ramènerait mécaniquement à l'équilibre, ni jamais considéré les modalités de gestion des programmes d'investissement.

Les échecs de la coordination par les prix

Les politiques visant un renchérissement du prix des énergies émettrices de gaz à effet de serre par le biais d'une taxe carbone, de droits à émettre ou de réglementations augmentant les coûts de leur usage risquent d'avoir pour principal effet d'affecter la rentabilité et la productivité à court terme des entreprises qui devront augmenter leurs propres prix et, éventuellement, céder des parts de marché si toutes ne sont pas logées à la même enseigne.

Certes, les études empiriques récentes relatives aux effets de la tarification du carbone et de l'existence de marchés d'émissions ne révèlent pas de pertes significatives en termes de compétitivité industrielle et d'emplois (Glachant et Mini, 2020, Dechezleprêtre et alii, 2018, Marin et Vona, 2019a, 2019b).³⁷

Toutefois, l'observation d'effets globaux peu significatifs cache une très forte hétérogénéité entre secteurs « verts » ou « bruns » impliquant à terme des restructurations (Dechezleprêtre, 2020, Vona et alii, 2018, Popp et alii, 2020, Vona, 2020). En outre, si la désindustrialisation, pour partie due à une relocalisation des activités décidée pour tirer parti des différences de taxation ou de réglementation, a fortement contribué à la diminution de ces émissions, l'empreinte carbone augmentait en même temps du fait de la substitution d'importations à la production domestique (Quinet, 2019). Les scénarii envisagés témoignent de la navigation entre deux écueils, celui des dommages à l'économie

³⁶ Ajoutons à cela que si l'on fixe un objectif de zéro carbone en 2050, un taux de croissance régulier élevé associé à un taux d'intérêt lui-même élevé implique une taxe carbone élevée et vice-versa. Si le taux de croissance est fortement incertain du fait de l'incertitude sur la qualité des investissements et si l'on entend le stimuler, alors l'hypothèse peut être formulée d'un taux d'actualisation et d'une taxe carbone également faibles. Deux problèmes surgissent : celui de la sélection des investissements publics dont le montant accroît la dépense et la dette publique, et celui de la sélection des investissements privés. Des sélections qui dépendent des formes prises par les organisations publiques et privées.

³⁷ Elles conduisent même certains à penser qu'il n'y aurait pas à durcir les contraintes pour atteindre l'objectif fixé par l'Accord de Paris sur le climat si l'on se rapporte à la diminution observée des émissions de gaz à effet de serre.

et celui des dommages à la nature, impliquant d'opérer un dosage entre les deux, comme entre court et long terme, mais sans jamais envisager leur récurrence.³⁸

Il n'est évidemment pas question de faire l'impasse sur rôle des prix. Il faut, en revanche, s'interroger sur leur régulation avant même de considérer des mécanismes autres de coordination de l'activité. Si, d'aventure, le changement de prix était imposé par des moyens administratifs qui le rendrait *rapide et brutal*, il en résulterait une destruction massive d'équipements et de ressources humaines, ceux et celles des entreprises engagées dans la « vieille » économie, sans d'ailleurs que les contours de la « nouvelle » économie puissent être établis *a priori* avec certitude.³⁹ Si, contrairement à l'hypothèse trop facilement admise, les prix en question (ceux des ressources et des biens ou services qui les utilisent) n'étaient pas des prix d'équilibre, leurs fluctuations pourraient être excessives faute de régulation institutionnelle, accentuant le désordre sur les marchés, altérant de manière erratique offre et demande et réduisant l'horizon temporel des décideurs dont la conséquence est de faire chuter les investissements.⁴⁰ Certes, l'expérience récente sur les marchés de droits à polluer ne conduit pas à de tels errements, mais cela tient, manifestement, au montant important des allocations de droits attribuées gratuitement sur des marchés peu actifs de sorte que la performance des entreprises ne pouvait pas en être affectée.

Comme suite des restructurations mal conduites se reflétant dans des hausses et des fluctuations excessives des prix, les travailleurs les plus touchés seraient ceux moyennement qualifiés et empêchés de postuler à de nouveaux emplois plus qualifiés faute des connaissances requises et des moyens de les acquérir. Ils seraient alors condamnés à occuper des emplois peu qualifiés, faiblement rémunérés, dans certaines activités de service.⁴¹ Cette destruction engendrerait, si l'ampleur du changement était forte, une forte récession de l'activité, sinon même une dépression dont la conséquence serait, non seulement, de priver de ressources financières (et humaines) les nouvelles activités, mais aussi de détourner les populations ainsi touchées de l'objectif environnemental recherché.⁴²

³⁸ La plupart des scénarii construits concluent à l'existence d'un arbitrage entre, d'une part, dommages économiques élevés à court ou moyen terme associés au renchérissement du prix des énergies fossiles et, d'autre part, dommages faibles à court terme associés à l'absence de politique climatique (voir Alestra, Cette, Chouard et Lecat, 2020). Dans un cas comme dans l'autre, le long terme est sacrifié au court terme, le long terme économique, d'un côté, le long terme environnemental de l'autre. Une telle dichotomie ne permet guère d'avancer une solution viable. L'expérience allemande récente illustre la difficulté. La renonciation à l'électricité d'origine nucléaire au profit des énergies renouvelables est allée de pair avec le maintien du recours au charbon en dépit de fortes émissions de CO₂ afin de ne pas augmenter un prix de l'électricité déjà élevé (Héraud, 2020b).

³⁹ La raison en est très simple : équipements et emplois ne sont pas instantanément convertibles et, parallèlement il faut du temps pour en construire de nouveaux sans savoir *a priori* ce qu'ils devront ou pourront être. La transition procède d'investissements *successifs* dont les caractéristiques sont *progressivement* établies au gré de l'expérience.

⁴⁰ C'est ce qui s'est produit dans un contexte certes très différent mais ô combien révélateur, pour les marchés de biens, au moment de la transition observée au sein des économies post soviétiques, en l'absence d'institutions (et pas seulement d'instruments) de marché adaptées (Heymann et Leijonhufvud, 1994).

⁴¹ La structure en termes de qualifications des emplois « verts » à venir est évidemment différente de celle des emplois « bruns ». Une réallocation est nécessaire qui passe par la formation et l'apprentissage qui prennent du temps. Faute d'investissement et de temps, une structure dualiste prévaudra (Marin et Vona, 2019, Popp et alii, 2020, Vona, 2019).

⁴² Les conséquences économiques de la crise sanitaire de 2020 illustrent le propos. L'arrêt imposé brutalement de l'économie s'est traduit par un recul significatif de la pollution. Mais, simultanément, il provoque une chute drastique des revenus dont la compensation ne peut se faire que temporairement et partiellement au prix d'un

Le dualisme ainsi créé dans la société interviendrait sans pour autant que l'on soit assuré de la *viabilité* du processus de transition ainsi engagé.

Le fait d'arrêter brutalement la croissance en procédant à une telle thérapie impliquerait, en outre, de geler, sinon d'aggraver les inégalités entre nations comme entre individus. La polarisation des salaires et des emplois, déjà présente, serait renforcée et opérerait au détriment de l'existence d'une classe moyenne, soit à l'encontre d'une demande potentiellement forte de biens « verts ». La société deviendrait particulièrement conflictuelle et serait privée des formes d'entrepreneuriat privilégiant les performances à long terme, y compris celles concourant à la préservation de la nature.⁴³ Cette option n'est pas plus raisonnable que celle qui consisterait à prendre des mesures consistant à stopper la croissance de la population (Georgescu-Roegen, 1976 p. 32-33).

Certes, si l'on retient l'hypothèse de Porter (Porter 1991, Porter et van der Linde 1995), les régulations environnementales basées sur des instruments de marché (taxes ou droits à polluer) doivent inciter les entreprises à innover et leur permettre de couvrir, au bout du compte, les hausses initiales de coûts avec comme conséquence ultime des gains de compétitivité. Les effets de long terme contrebalanceraient, alors, les effets à court terme. Des anticipations rationnelles rendraient crédible une optimisation inter-temporelle. Cette hypothèse fait litière de l'existence de phénomènes cumulatifs et de l'incertitude radicale qui pèse sur les technologies et les marchés futurs.⁴⁴

Déjà, en son temps, Georgescu-Roegen remarquait que « les prix sont des éléments influencés par des facteurs locaux et transitoires, tels la structure des goûts, le système fiscal, la distribution des revenus ou des ressources naturelles » (Georgescu-Roegen, 1978 p. 375). Il nous avait averti que « pour que les prix de marché puissent servir de guide écologique, on doit connaître les prix « corrects » des ressources. Or les ressources n'étant pas reproductibles et de ce fait n'ayant pas de coût de production, peuvent avoir seulement un prix établi aux enchères (...) C'est le principe préconisé par l'économie standard elle-même pour les biens non reproductibles. Seulement, il y a une omission : les enchères doivent être ouvertes à tous ceux qui ont un rapport avec l'objet (...) Mais dans le cas des ressources, cette condition ne peut pas être remplie. Les générations futures, qui ont elles aussi le droit d'en avoir, ne peuvent pas être présentes pour participer aux enchères. Il faut que chaque génération pense pour celles qui lui succèdent » (Georgescu-Roegen, 1978 p. 375). C'est bien l'absence de marchés futurs qui rend le système des prix inopérant et justifie, comme nous le verrons, une coordination reposant sur l'articulation entre marchés et organisations.

endettement public accru. Si l'on pense pouvoir surmonter la crise en imposant *rapidement* des contraintes environnementales *brutales*, ce ne peut qu'engendrer une aggravation des pertes de revenus et d'emplois qu'il deviendra vite impossible de compenser.

⁴³ Sinclair-Desgagné (2005, 2017) associe l'option de la décroissance à un contrôle administratif coûteux de l'accès aux ressources. La société qui prendrait le pas serait sans initiative et conflictuelle, une sorte de jeu à somme nulle où les uns n'améliorent leur situation qu'aux dépens des autres, une société dans laquelle l'esprit d'entreprise s'exercerait pour capter des rentes à court terme.

⁴⁴ Au vu de nombre de développements et controverses, la validité de l'hypothèse de Porter résulterait de réglementations créatrices de rentes de monopole (ou d'oligopole), autrement dit de défaillances de marché (Ambec et alii, 2013). On ne peut s'empêcher de penser que ces défaillances sont une réponse à l'incertitude radicale comme nous essaierons de le montrer plus loin.

La viscosité requise des prix et taxes

Si par signal l'on entend celui envoyé par des prix optimaux que le marché (parfait) imposerait aux offreurs comme aux demandeurs, leur flexibilité ne ferait que refléter les variations connues ou rationnellement anticipées des technologies et des préférences. Or les prix observés expriment, certes, technologies et préférences, mais aussi les défauts de coordination et peuvent se mouvoir dans la mauvaise direction, amplifiant les déséquilibres de marché. Leur possible volatilité, absolue et relative, rend difficile de procéder à des calculs et de prendre des décisions inter-temporelles. Dans cette perspective, les prix ont moins une fonction de phare reposant sur la confiance en l'optimalité de la variation des prix courants que d'ancrage nominal dans le but de favoriser l'apprentissage de l'information de marché. Leur rôle n'est pas d'envoyer des signaux, mais d'aider à créer les conditions qui préviennent des processus cumulatifs menaçant la viabilité de l'économie (Amendola et Gaffard, 2006 p. 77-84).

De fait, les prix des ressources naturelles ne peuvent jouer efficacement leur rôle qu'à la condition d'être des prix de longue période à la fois annoncés à l'avance et progressivement atteints pour, ensuite, rester stables au cours du temps.

Encore faudrait-il connaître ces prix et savoir aussi si les prix courants convergent ou non vers les prix de longue période.⁴⁵ Encore faudrait-il aussi connaître tous les prix y compris ceux établis sur les marchés futurs sur la base des technologies à venir, ce qui, évidemment, n'est pas le cas tant le bouleversement des manières de produire et de la gamme de ce qui est produit est profond. Faute de cette connaissance la coordination par le seul jeu des prix est impossible.⁴⁶

À défaut d'un mécanisme efficace de coordination qui reposerait sur la flexibilité des prix, un comportement rationnel face à l'incertitude veut que les prix courants, y compris ceux des ressources naturelles, loin de pouvoir refléter les prix futurs, soient maintenus relativement rigides de façon à permettre aux entreprises d'identifier si les déséquilibres de marché sont ou non pérennes, à éviter les destructions prématurées, à prévenir des emballements de l'offre et la réalisation d'investissements se révélant rapidement injustifiés, bref à faciliter le calcul économique en avenir incertain. Il appartient, évidemment, aux entreprises d'opérer

⁴⁵ C'est une vieille question d'économie politique qui est ici posée : celle de la valeur, des prix d'équilibre de longue période que d'aucuns ont appelé des prix de production. D'un strict point de vue analytique, il s'agit de déterminer les conditions de convergence des prix courants vers ces prix de longue période ce qui n'a réellement de sens que si l'on postule la constance des méthodes de production et des préférences. On imagine alors la difficulté analytique et les vains débats qu'elle a suscité, sauf à en sortir en justifiant, à l'aide d'une argumentation non directement économique (des prévisions scientifiques sur l'état de la planète), un choix politique discrétionnaire, en l'occurrence celui de valoriser les ressources naturelles en augmentant le coût de leur usage, ce qui nous renvoie au rythme et au niveau de cette augmentation en regard de la viabilité de la transition ainsi engagée.

⁴⁶ La coordination par les prix, au cœur de la théorie de l'équilibre général, n'est possible que sous des conditions strictes d'existence d'autant de marchés futurs qu'il y a d'états de la nature prévisibles à l'infini. Ces conditions ne sont pas remplies en situation d'incomplétude de la connaissance (Arrow, 1974a, Favereau, 2020). Le calcul économique ne saurait donc être réductible à la « vérité des prix » au regard de l'objectif de développement durable (Sinclair-Desgagné, 2005).

un tel choix ou, plus exactement, d'être placées dans les conditions de le faire, des conditions qui relèvent autant de l'organisation que du marché.⁴⁷

La relative inertie des taxes (leur augmentation graduelle) doit, dès lors, aller de pair avec celle des prix. Elle répond ici à la nécessité de faire face à l'incertitude doublée de l'irréversibilité des dépenses d'investissement et non à l'appréciation portée sur l'ampleur des dommages futurs.

Il ne s'agit pas, en l'occurrence d'incriminer la hausse du coût écologique via la taxe carbone. Pas plus qu'une hausse des salaires, elle ne constitue, en elle-même, une cause d'une chute de la croissance à long terme. Il s'agit, en revanche, de signaler qu'une telle hausse ne suffit pas à susciter des investissements en avenir incertain et à faire pièce à un enfermement technologique. Une augmentation du prix du carbone est, certes, nécessaire, mais à condition d'être *graduelle et prévisible*.

Stern et Stiglitz (2017) reconnaissent que la seule tarification du carbone peut ne pas suffire à induire des réductions d'émission à la vitesse et à l'échelle requise pour atteindre l'objectif de l'accord de Paris, mais ce n'est que pour la compléter par d'autres politiques bien conçues visant différentes défaillances du marché ou du gouvernement. Ces politiques concernent les investissements dans les infrastructures publiques de transport, de planification urbaine, de soutien à la R&D, de développement d'instruments financiers pour réduire les risques. La prescription est maintenue qu'à défaut de telles politiques, il faudrait en passer par une hausse du prix du carbone sans considération de ses effets destructifs récurrents sur le tissu productif. Le principe demeure que « les trajectoires efficaces de tarification du carbone commencent par un fort signal-prix dans l'immédiat suivi d'un engagement crédible de maintenir les prix de long terme à un niveau suffisamment élevé pour produire le changement nécessaire. » (ibid. p. 3). Les politiques requises oscillent entre politiques de prix et politiques relevant de l'État mettant en œuvre des investissements publics ou souscrivant à des accords interétatiques (y compris sur le prix du carbone). Seuls sont ici considérés le marché et l'État sans considérer le rôle des pouvoirs et organisations intermédiaires à commencer par les entreprises dont le comportement repose sur des relations de marché et des relations hors marché. L'exigence de coordination appelle, certes, de reconnaître le rôle effectivement dévolu au système de prix ainsi que celui de la puissance publique, mais de reconnaître aussi ce qu'implique la façon dont les entreprises sont organisées et l'articulation entre les multiples lieux de cette coordination.

5. Transition et « physiologie » du développement

Georgescu-Roegen (1975/1976) oppose à la mécanique de la croissance la physiologie du développement. Il entend ainsi souligner que la croissance définie par un indice de quantité est subordonnée à des changements qualitatifs qui caractérisent le développement. À la suite de Schumpeter (1934, 1935), il considère que ces changements « viennent de l'intérieur du processus économique en raison de la véritable nature de ce processus » (Georgescu-Roegen, 1975/1976 p. 243)⁴⁸. Il distingue, alors, les agents de ces changements,

⁴⁷ En matière de viscosité des prix, ce qui est vrai pour les entreprises l'est aussi pour les consommateurs. Hicks (1976 p. 285-86) nous rappelle, en effet, que le consommateur Marshallien décide de ses achats en comparant l'utilité marginale de ce qu'il achète avec l'utilité marginale de la monnaie, non en comparant les utilités marginales de tous les biens, un calcul qui n'est fiable que si prix et revenus sont relativement stables. On peut facilement admettre que la demande finale de biens « verts » ne peut voir le jour sans cette relative stabilité.

⁴⁸ « Pour clarifier l'analogie, considérons le lieu commun selon lequel le développement d'un enfant s'accompagne normalement d'une croissance en taille, en poids, en puissance physique, etc. Une simple

que sont les fonds de services organisés d'une certaine manière (équipements et ressources humaines), des résultats de leur action que sont les flux de produits, de ressources naturelles consommées et de déchets ou pollutions. En d'autres termes, il fait dépendre ces flux des formes d'organisation retenues. Il est question, dans la théorie de la production, non de flux de facteurs et de produits commandés par le système de prix, mais d'arrangements organisationnels qui commandent le développement. Bien que Georgescu-Roegen s'en tienne à identifier les propriétés de l'organisation industrielle, les arrangements organisationnels propres à une économie de marché se rapportent aux relations nouées entre tous les acteurs à commencer par les entreprises qui ne sauraient davantage être assimilées à des producteurs réagissant aux signaux de marchés qui leur seraient extérieurs. Le problème est ainsi posé de l'articulation entre marché et organisation.

L'enjeu de la coordination

Se rapporter au mécanisme des prix ou, plus généralement, aux instruments de marché incluant les droits à polluer véhicule une vision réductrice du marché ramené à des échanges de messages entre individus, consommateurs ou producteurs, suivant des procédures certes variées mais ramenées à des jeux interindividuels. Or le marché est une *institution* complexe, forcément imparfaite au sens de la théorie standard de la concurrence, mais surtout *possiblement* faite de *contraintes naturelles ou artificielles* pesant sur le comportement des parties prenantes de l'activité entrepreneuriale et assurant la maîtrise du *temps long*. L'efficacité du marché et le calcul économique procèdent, alors, de l'existence de ces contraintes tout autant sinon plus que du système de prix.

L'accent mis sur le rôle des prix fait, trop souvent, oublier que la transition écologique requiert, avant tout, *d'innover*. Il fait oublier que l'innovation ne procède pas des seules variations de prix. L'innovation n'est autre que *l'engagement* devenu crédible de mettre en œuvre des montants élevés d'investissements publics et privés dont *le temps de gestation* est forcément élevé et ce en l'absence d'une information immédiatement disponible sur les technologies et les marchés futurs. Un tel engagement relève de *l'organisation* créant des *contraintes* sur les comportements d'investissement et non du jeu des forces du marché réduites à des offres et des demandes courantes mettant en présence des « individus » sans pouvoir, uniquement sensibles à des prix imposés. Cet engagement est le moyen de contrôler les déséquilibres de marché à venir.

Si l'on suit Georgescu-Roegen (1971), la transition écologique appelle, non une substitution de facteurs qui serait guidée par les variations de prix, mais une substitution de processus de production, la destruction des anciens et la création de nouveaux, qui prend du temps, qui plus est dans une situation d'incertitude radicale quant aux technologies et marchés futurs.⁴⁹

reconnaissance de ce type ne pourrait pas contribuer de manière substantielle à notre compréhension du développement biologique d'un individu humain. Cette compréhension n'a progressé qu'avec la découverte des interrelations physiologiques entre des phénomènes qui ne sont pas tous aussi évidents que les manifestations extérieures de la croissance. De même, la compréhension des voies suivies par le changement économique ne peut venir que d'une image physiologique de ce processus » (Georgescu-Roegen, 1975/1976 p. 242-43).

⁴⁹ La théorie néo-classique nous enseigne que l'économie converge vers un équilibre de longue période y compris dans l'hypothèse de comportements adaptatifs (Day 1967). Mais c'est à condition que technologies et préférences ne changent pas. Le processus d'évolution est occulté, les transformations industrielles et

La transition écologique vue sous cet angle n'est pas réductible à un *choix* entre technologies « sales » et technologies « propres » que commanderait un système de prix que l'on pense optimal, affecté par une taxe carbone et une subvention à la R&D en technologies « propres » comme cela est souvent suggéré.⁵⁰ Cette transition doit être vue comme un *chemin* dont il faut établir les conditions de *viabilité*. Il ne suffit pas d'énoncer des objectifs d'investissement et de production « propres ». Il faut avoir un minimum d'assurance sur la nature de l'investissement et de la production définies en cours de route et sur leur adéquation aux marchés futurs ou si l'on préfère, il faut minimiser le risque de défaut ou de surprise.

Les entreprises se trouvent, alors, confrontées (comme pour n'importe quelle innovation importante) à deux *délais*, le délai de gestation d'investissements par nature *irréversibles* et le délai de transmission de l'information du fait de l'*incertitude radicale* aussi bien sur les futures conditions de marché que sur les futures conditions technologiques. Les investissements dans de nouveaux processus de production ne pourront être réalisés sans avoir la capacité de maîtriser ces deux délais et d'éviter, en conséquence, que ne surgissent des déséquilibres excessifs (Richardson, 1960). Un alourdissement réglementaire des charges des entreprises et une hausse des prix courants pour inciter à opérer des choix en accord avec la transition écologique ne règlent en rien le problème, ayant, comme nous l'avons vu, pour conséquence de réduire la compétitivité immédiate et, par suite, les moyens financiers d'investir, quand ce n'est pas de, déclencher des destructions prématurées de capital.

Les moyens de la coordination

L'enjeu pour les entreprises est de pouvoir faire des *anticipations fiables* à long terme et de se donner les moyens de *créer* un marché de biens ou services *futurs* (« verts » en l'occurrence) qui soit aussi équilibré que possible. Ces anticipations ne sont ni rationnelles, ni adaptatives au sens habituellement donné à ces termes. Leur fiabilité est le reflet d'une rationalité de groupe.

Si l'on suit l'idée originale de Shackle (1949) que nous rapporte Georgescu-Roegen, il faut analyser les anticipations en termes de degré de surprise attaché à leur réalisation plutôt qu'en termes de degré de croyance dans leurs résultats dès lors que l'état d'esprit *ex post* n'a aucun correspondant *ex ante*, autrement dit quand le degré de surprise dans un résultat ne varie pas inversement avec le degré de croyance dans ce même résultat, une situation caractéristique de la découverte, de l'apprentissage en général (Georgescu-Roegen, 1958/1966 p. 260-61, 1971 p. 123). Le principe économique ne doit pas être de maximiser l'espérance mathématique de l'utilité, mais de minimiser les regrets (Georgescu-Roegen,

sociétales sont ignorées. Seul est observé le mouvement des aiguilles d'une l'horloge mécanique (Gaffard, Amendola et Saraceno, 2020, Georgescu-Roegen, 1971).

⁵⁰ L'une des modélisations proposées en cette matière suppose que les technologies sont substituables et que le choix entre elles est déterminé par les prix et la taille du marché. Une intervention publique forte et rapide, sous forme de taxes ou de subventions, est préconisée afin de contrarier les avantages initiaux des technologies « sales » en termes de prix et de taille du marché et de rediriger les ressources vers les technologies « propres ». Cette intervention est censée être sans dommage pour la croissance à long terme. Les retards dans cette intervention sont coûteux en termes de taxes et de subventions pour compenser les avantages des technologies « sales » (Acemoglu et alii, 2009). La substitution de technologies (à laquelle est ramenée la destruction créatrice) est, analytiquement, immédiate et aucun désagrément en termes de performances à long terme n'est considéré du fait du passage de l'une à l'autre.

1978 p. 376). Ce qui passe par l'existence de contraintes de marché dont l'objectif est la maîtrise de processus de destruction créatrice visant à minimiser les destructions tout en rendant possible les créations d'activités.

De quelque manière, il faut que les entreprises puissent s'assurer que les investissements concurrents ne dépassent pas un certain seuil et que les investissements complémentaires des fournisseurs et clients atteignent un certain seuil (Richardson 1960). Des *restrictions* ou des *contraintes* sont, alors, nécessaires qui fixent des *limites* à ces investissements dont les entreprises peuvent *rationnellement* tenir compte et qui rendent ces derniers compatibles entre eux. Ce sont des contraintes ou restrictions de nature quantitative et *temporelle*. Elles sont la véritable source de création de l'information et, plus généralement, de création du marché lui-même, un marché *viable* dont les déséquilibres sont contenus. Elles apparaissent, en outre, comme le moyen d'éviter des destructions inutiles de capital et le gaspillage de ressources, y compris de ressources primaires. Cela tient, évidemment, à l'incertitude qui pèse sur ce que seront les « bonnes » technologies. Les technologies n'existent pas *a priori*. Cela n'a rien de spécifique à la transition écologique. Celles effectivement mises en œuvre ont toujours été déterminées par l'environnement institutionnel non réductible à l'existence de droits de propriété : la division de travail a suscité le machinisme, le nouveau rapport salarial la production de masse. Elles ne peuvent, en outre, qu'être construites pas à pas, comme résultat de l'expérimentation ce qui devrait conduire à une certaine prudence. Une telle expérimentation devrait être procéder de la coopération entre les différents acteurs du changement technologique, notamment entre les entreprises y compris concurrentes entre elles, et de réglementations qui fixeraient des délais d'adaptation suffisamment longs.⁵¹

Dans un univers d'information incomplète et inégalement distribuée, la concurrence est naturellement imparfaite. Les restrictions ou contraintes dont il est question, qu'elles soient *naturelles* ou *artificielles*, sont autant d'imperfections de marché au regard du modèle de concurrence parfaite tout en constituant un facteur d'efficacité à long terme. L'expression qui convient pour les désigner (Richardson, 1960) est celle de *connexion de marché* plutôt que celle de degré de monopole associé à la capacité d'augmenter le prix (et de diminuer la production) pour accroître une rente.⁵²

Sans doute ces contraintes ou restrictions sont une atteinte à la liberté, comme le sont coutumes, conventions et lois. « Elles constituent néanmoins au pire un mal nécessaire » (Richardson, 1960 p. 69). La viabilité de la transition écologique ne passe, ni par le marché total, ni par la planification centralisée, mais par ces contraintes librement consenties qui

⁵¹ Plusieurs exemples en témoignent. Un premier exemple est celui des futurs véhicules électriques. Les constructeurs sont invités à s'engager dans leur production à coup de primes à l'achat et de réglementations alors que rien ne garantit des progrès dans la conception des batteries qui permettraient de retirer ces béquilles et rendraient cette industrie viable. Une politique de petits pas est sans doute préférable d'autant que d'autres options technologiques existent et pourraient s'avérer supérieures en termes environnementaux, les moteurs à hydrogène notamment. Un autre exemple est celui des centrales géothermiques. Elles misent sur l'utilisation de ressources en eau renouvelables, mais elles sont susceptibles de créer des chocs sismiques. L'expérimentation est, dans tous les cas, nécessaire avant d'aller plus avant sous l'impulsion d'incitations financières mal calibrées émanant des pouvoirs publics.

⁵² Le qualificatif de concurrence imparfaite n'a de véritable sens que dans un cadre statique quand les imperfections en question conduisent à baisser les quantités offertes et à augmenter les prix. En dynamique quand les profits obtenus sont investis et financent les innovations, elles doivent pouvoir conduire à une augmentation des quantités (des investissements puis de la production) et à une baisse des prix (Schumpeter, 1941).

sont dans la nature des processus de marché et relèvent de formes spécifiques d'organisation assurant la maîtrise du temps long.

Dans ce contexte, le rôle des pouvoirs publics prend une dimension particulière. S'il leur appartient toujours de fixer, de manière discrétionnaire, un taux d'actualisation approprié pour les programmes publics d'investissements, ils doivent aussi veiller à ce que les conditions de marché rendent crédible la mise en œuvre d'investissements privés d'aussi longue portée, créant des contraintes ou restrictions complémentaires décidées conjointement avec les entreprises dans des cadres contractuels adaptés.

6. Rationalité et développement

Une transition écologique réussie repose sur la rationalité des acteurs. Pour reprendre l'expression de Dupuy (2012), il importe que ceux-ci puissent accéder à une rationalité supérieure en se coordonnant par « le truchement de l'avenir ». La coordination requise est d'ordre *inter-temporel* et *institutionnel*. Les institutions ou des organisations spécifiques qui l'assurent doivent répondre au défi de la conjonction entre l'incertitude quant aux technologies et marchés futurs et l'irréversibilité des investissements en faisant valoir des *intelligences collectives* porteuses à la fois d'*engagement* et de *prudence*.⁵³

Les limites de la rationalité individuelle

La thèse la plus souvent défendue propose un système d'incitations inscrit dans une vision des processus de marché réduits aux comportements commandés par l'instauration de taxes (la taxe carbone notamment) et de droits à polluer négociables ou de permis d'émission, autrement dit par les prix.⁵⁴ Cette thèse, sous des dehors techniques parfois sophistiqués, ne fait rien d'autre que reposer sur la confiance dans la rationalité individuelle et dans un mécanisme des prix manipulé par les décideurs publics. Cette thèse n'exclut nullement de reconnaître la difficulté de mise en place d'un tel mécanisme du fait des imperfections de marché, de l'irrationalité présumée des comportements individuels, des politiques différenciées entre les États. Cependant, le fait qu'il existe des coordinations acquises sur de bons ou mauvais équilibres à raison des informations disponibles conduit, seulement, à concevoir des systèmes complexes d'incitations pour le moins difficiles à mettre en œuvre. Le processus de coordination entendu comme un processus de création d'information et de marché s'inscrivant dans le temps est ignoré, alors que sa nature commande les incitations à investir.

⁵³ L'expression « intelligences collectives » est empruntée à Dewey (1935) qui voit dans leur mise en œuvre la caractéristique majeure d'un nouveau libéralisme apparenté au libéralisme social.

⁵⁴ Cette thèse largement consensuelle est défendue, en particulier, par Tirole (2016). Georgescu-Roegen lui fait un sort quand il écrit ce qui suit. « L'épouseur-payeur et le pollueur payeur sont des programmes absurdes. Les ressources *in situ* et la pollution irrémédiable n'ont pas de coût pour savoir ce que l'on doit payer. Des taxes sur les délits bioéconomiques favorisent ceux qui peuvent les payer. L'inepsie d'une telle politique bioéconomique saute aux yeux si on pense à la répression des crimes par les taxes » (Georgescu-Roegen, 1978 p. 378). Le caractère abrupt du propos justifie malheureusement la position défendue par les pollueurs devant les juges arguant de l'impossibilité de fixer concrètement des dommages-intérêts ou de celle de remettre en état une nature polluée ou amputée. Un régime de responsabilité civile pour le préjudice écologique est, non seulement, possible, mais nécessaire sous la condition d'établir un dispositif juridique approprié (Martin, 2020b). Il ne saurait donc être question de le bannir pas plus que de se priver de l'instrument de la taxation. S'y rapporter ne doit pas être pour autant l'unique ou ultime solution. D'autant que ce qui est qualifié de « green washing » existe bel et bien à la portée des entreprises les plus riches. On ne saurait, en outre, passer sous silence la difficulté réelle d'établir les coûts d'une pollution, difficulté qui ne fait que révéler celle de tout faire reposer sur le système de prix (Arrow, 1974b p. 22-23).

La théorie dite du « *mechanism design* » ne semble pas échapper à cette critique. Cette théorie traite de la communication de messages entre agents et fournit un corpus cohérent pour analyser une grande variété de procédures consistant en jeux non coopératifs et visant l'allocation des ressources. Elle met l'accent sur les problèmes associés aux incitations et à la détention d'une information privée. Sont ainsi étudiées les procédures de marché notamment les procédures d'enchères ou de régulation. Une telle théorie nous renseigne ainsi sur « la tragédie des communs » et les moyens d'y pallier en faisant usage des droits de propriété. En revanche, elle ne nous dit rien des moyens qu'ont les entreprises de faire face à une situation d'incertitude radicale et d'irréversibilité. Elle reste prisonnière de la référence à un équilibre prédéterminé.

Il est, certes, possible d'opposer des motivations ou des incitations extrinsèques (taxation, subvention) à des motivations intrinsèques consistant en initiatives douces (« coups de pouce ») laissant plus d'initiative et de créativité aux individus au lieu de se fier à des politiques imposées du sommet (Héraud, 2020a). Toutefois, ce serait une erreur que d'ignorer la dimension collective des actions à mener et risquer de retomber dans une démarche essentiellement individualiste. Une certaine économie comportementale ignore les faits sociaux. Elle met en avant, pour expliquer les défaillances de marché, non les défauts d'interactions sociales, mais le jeu de comportements « irrationnels » dont il importe de corriger les biais au moyen de ces « coups de pouce » décidés par les managers ou les pouvoirs publics. Ce qui est désigné comme un « parrainage libertaire » (Thaler et Sunstein, 2003) n'a d'autre ambition que d'assurer un fonctionnement jugé idéal des marchés. « Cette vision est en phase avec le modèle standard de l'analyse économique, n'admettant comme seul bémol à l'omniscience du sujet que les découvertes 'scientifiques' éventuelles des neurosciences sur le cerveau humain » (Fabre-Magnan, 2018 p. 208).

Vers une forme de rationalité collective

Le système de prix étant défaillant, le culte du marché pas plus que celui de l'État ne sauraient prévaloir. *L'action collective* apparaît nécessaire pour autant qu'elle étend le domaine de la rationalité individuelle, qu'elle constitue le moyen par lequel les individus parviennent à pleinement réaliser leurs valeurs individuelles (Arrow, 1974b p. 16). Ainsi, convient-il que « loin d'obéir à de pures motivations économiques, des relations économiques continues finissent souvent par être subordonnées à un environnement social qui porte à être fortement confiant dans le futur et à s'abstenir de comportements opportunistes ». (Granovetter, 1985 p. 490).

De là la nécessité de prescriptions qui établissent une *rationalité procédurale* permettant aux entreprises d'innover, en l'occurrence, en étant tournées vers la sauvegarde de l'environnement exigeant la maîtrise du *temps long*. Une telle rationalité prend tout son sens dans la mesure où elle a pour objet de *synchroniser* les temps propres des différents acteurs du processus économique afin de faire face aux contraintes de l'innovation (Gaffard, Amendola et Saraceno, 2020).⁵⁵

La rationalité dont il est ici question relève, non de stricts choix individuels, mais d'une *intelligence collective* dictée par des institutions qui structurent les relations entre

⁵⁵ Quand l'on suppose que technologies et marchés ne changent pas, la rationalité procédurale aboutit aux mêmes résultats qu'une rationalité substantielle (Day, 1967). Mais là n'est pas le point. D'une part, technologies et marchés changent, d'autre part, répondre à ce défi relève non de procédures individuelles d'essais et erreurs mais d'une action collective.

entreprises, les relations de financement et les relations de travail, confortant les prises de décision individuelles et « créant l'anticipation d'une participation continuée » (Arrow, 1974b p. 26). Il ne suffit pas que chaque agent soit rationnel, il faut que tous le soient et sachent qu'ils le sont. « Chaque agent doit en effet savoir non seulement que les autres - du moins ceux qui ont un pouvoir de marché non négligeable - sont rationnels, mais encore que chacun des autres sait que tous les autres sont rationnels, que tous savent que tous sont rationnels, etc. C'est en ce sens que la rationalité de même que la connaissance de la rationalité, est un phénomène social et non individuel » (Arrow, 1987 p. 34).

Cette approche de la rationalité n'est pas sans nous renvoyer aux principes de sympathie et de prudence qu'Adam Smith (1790) mettait au cœur des comportements individuels, bien loin de l'interprétation erronée, trop souvent donnée, de sa position. « Comme Smith l'exprime lui-même, « l'homme, selon les stoïciens, devrait se considérer non comme séparé et détaché de tout, mais comme un citoyen du monde, un membre de la vaste communauté qu'est la nature », et « dans l'intérêt de cette grande communauté, il devrait à tout instant être disposé à sacrifier son propre petit intérêt » (Smith, 1790 p. 140). Bien que la prudence dépasse largement la maximisation de l'intérêt personnel, Smith la considérait de manière générale simplement comme, « parmi toutes les vertus, celle qui est la plus utile à l'individu », tandis que « la bienveillance, la justice, la générosité et l'esprit public sont les qualités les plus utiles aux autres » (ibid. p. 189) » (Sen, 1993/1991 p. 24-25).

Cette approche n'est pas non plus sans nous rappeler celle de Sen (1999) qui introduit la notion de « capabilities » désignant la possibilité de s'accomplir, de choisir sa vie, dépassant le fait de simplement disposer des biens « premiers » au sens de Rawls. S'y référer révèle la pauvreté des indicateurs de pauvreté (et implicitement de la gouvernance par les nombres). Contrairement à certaines critiques, cette approche ne postule à aucun moment « qu'il faut voir les individus indépendamment de la société dans laquelle ils se trouvent » (Sen, 2009 p. 299). L'existence de « capabilities » individuelles n'exclut pas celle de « capabilities » collectives. « Puisqu'un groupe ne « pense » pas dans le sens évident où le font les individus, l'importance de ses capacités collectives serait plus ou moins comprise (...) en fonction de la valeur que leur accordent ses membres (...) En dernière analyse, c'est sur des évaluations individuelles qu'il nous faudrait prendre appui, tout en reconnaissant l'interdépendance profonde des jugements d'individus qui interagissent. Leurs estimations seront probablement fondées sur l'importance qu'ils attachent à leur capacité de faire certaines choses en coopération avec les autres » (ibid. p. 300-301). Cette approche n'est pas sans évoquer le rôle des intelligences collectives au sens de Dewey (1935).

L'existence de droits de propriété ne suffit pas à établir une telle rationalité. Les connaissances exigées dépassent largement celle que procure le système des prix. Le calcul procède de l'organisation qui vient structurer et compléter le marché en l'inscrivant dans le temps. De quelque manière, il s'agit pour les acteurs de sélectionner ensemble un équilibre en adoptant un *récit commun* de l'évolution. On l'aura compris, il n'y a pas à choisir, comme le prétendait (Hayek, 1944/2007 p. 148), entre la soumission aux forces impersonnelles du marché et l'institution d'un pouvoir arbitraire, mais à construire les médiations utiles qui structurent les marchés.

L'objectif est moins de répondre à l'imperfection de l'information, à son asymétrie, qu'à son *incomplétude*. La structure informationnelle conditionne les possibilités qui s'ouvrent aux agents économiques individuels et, par suite, leurs décisions. Par structure d'information, il faut entendre « non seulement l'état de la connaissance à tout moment du temps mais aussi

la possibilité d'acquérir l'information pertinente dans le futur » (Arrow, 1974b p. 37). Dès lors, « la désirabilité de créer des organisations d'envergure plus limitée que le marché dans sa globalité est, partiellement, déterminée par les caractéristiques du réseau des flux d'information » (ibid.). Toutefois, les canaux d'information ne sont pas exogènes. « Les canaux peuvent être créés ou abandonnés, leurs capacités et le type de signal à transmettre à travers eux sont sujet à un choix, un choix basé sur une comparaison des bénéfices et des coûts » (ibid.). Les coûts d'acquisition de l'information font partie des coûts en capital, « ils représentent, typiquement, un investissement irréversible » (ibid. p. 39). Les bénéfices dépendent du champ de la décision ou si l'on préfère de la capacité de se *projeter à long terme*. Il arrive que trop peu d'information empêche de caractériser les technologies ou les marchés futurs, mais qu'assez d'information justifie de poursuivre les expérimentations. Cette situation typique des innovations radicales, auxquelles participent les innovations « vertes », n'est rendue possible que grâce à l'existence de *codes de conduite* qui structurent les relations entre les acteurs du processus d'innovation et dont l'objet est la transmission et la création de l'information pertinente afin de tirer avantage d'actions conjointes (Arrow, 1974b p. 50-59).⁵⁶ Encore convient-il de donner un contenu institutionnel à ces codes.

7. La configuration des institutions

Les changements exigés par la transition écologique consistent en des investissements successifs sans connaissance *a priori* des technologies et marchés finals. Ils sont très coûteux et ont des *temps de gestation* très élevés dans des contextes où la configuration des marchés futurs est frappée d'une *incertitude radicale*. Les coûts sont supportés avant que les revenus qui leur sont associés ne surviennent, avec pour conséquence vraisemblable une chute temporaire de la productivité et de la profitabilité qui pèsera sur le montant de ressources financières disponibles.⁵⁷ La situation s'en trouve aggravée si les anciens processus de production sont mis au rebut avant terme, autrement dit si le capital précédemment investi est détruit avant d'être amorti. Les ressources financières que ne procurent plus les vieux processus de production manquent aux nouveaux. Aussi ces investissements ne peuvent-ils être engagés et poursuivis que si les entreprises concernées sont à même de faire des anticipations fiables à long terme et ont le temps de s'adapter.

⁵⁶ Arrow a, sans nul doute, introduit l'analyse visant à répondre à l'incomplétude de la coordination. À ce titre il est à l'origine des développements de la théorie des incitations et de la théorie des contrats (Favereau, 2020). S'en tenir, toutefois, à l'asymétrie d'information conduit à privilégier un mode de coordination obligeant l'agent à révéler l'information qu'il détient au principal ou à se conformer à l'attente de ce dernier présumé détenir l'information pertinente. Mettre l'accent sur l'incomplétude de l'information et sur le temps nécessaire pour l'acquérir conduit à reconnaître une fonction spécifique à l'organisation entendue comme une coalition constituée dans le but d'y répondre. « Cette créativité via l'apprentissage de nouveaux modes de coordination, va produire des *entités collectives* » (ibid. p. 253). Le point de vue sur la gouvernance de l'entreprise s'en trouve modifié.

⁵⁷ Il suffit que les coûts de construction des nouvelles technologies soient supérieurs à ceux des technologies existantes alors que les coûts de leur utilisation sont inférieurs garantissant la supériorité des nouvelles technologies, pour que se produisent temporairement hausse du taux de chômage et chute de la productivité du travail (Hicks, 1973, Amendola et Gaffard, 1988, 1998). Cette difficulté se trouve renforcée si les investissements réalisés ont pour objet des productions de biens et services environnementaux non marchands. Les simulations effectuées au moyen du modèle NEMESIS concernant les perspectives à moyen et long terme des programmes de transition écologique en Europe confirment cette analyse en mettant en évidence la chute initiale de la productivité totale des facteurs résultant d'investissements massifs dans la transition écologique. Trois phases sont ainsi distinguées la phase d'investissement (dépenses en R&D alimentant la demande), la phase d'innovation (réduction des coûts de production et gains de qualité) et la phase d'obsolescence (Fougeyrollas et alii, 2015, Boitier et alii, 2015, Ravet et alii, 2019).

La formation d'anticipations fiables

La *fiabilité des anticipations* de long terme validant les dépenses d'investissement est, comme nous l'avons indiqué plus haut, subordonnée à des *connexions* actées par les parties prenantes au processus d'investissement qui introduisent des limites ou contraintes sur les comportements d'investissement, des contraintes naturelles et artificielles (Richardson, 1960). Sinclair-Desgagné (2011) évoque à ce propos la nécessité d'une approche *relationnelle* (plutôt que transactionnelle) dont le but est de maximiser les gains mutuels d'entreprises complémentaires, en l'occurrence des entreprises appartenant à des industries polluantes et celles appartenant à des éco-industries fournissant des biens et services environnementaux. Ce que nous enseigne Richardson (1960) c'est qu'il en est ainsi également des relations entre entreprises concurrentes.

Ces connexions ne sont rien d'autre que les codes de transmission et de création de l'information pertinente auxquels Arrow (1974b) se référait pour désigner la façon dont les décisions figuraient sur l'agenda des organisations. Elles relèvent de l'engagement social bien plus que du contrôle des individus.⁵⁸

Ces connexions peuvent prendre la forme de *collusions* ou *coopérations* explicites de différents types, sanctionnées par des contrats longs, entre les entreprises. Elles peuvent relever de *contraintes financières* liées à des imperfections des marchés de capitaux.⁵⁹ Elles peuvent aussi résulter d'une *information légale et réglementaire*, ou d'une *information créée volontairement par certaines entreprises*, génératrice d'un alignement des comportements et par suite de *normes* communes. L'information a ici une dimension juridique contraignante qui conduit à se séparer de l'hypothèse de l'*homo economicus* laquelle limite les interactions de marché à la seule rivalité interpersonnelle. « Dans le contexte de la régulation informationnelle de l'environnement, l'intervention de l'environnement dans la construction des intérêts des acteurs n'est donc pas perçue comme une dangereuse entrave à l'expression de leur liberté, mais plutôt comme une ressource cognitive ne devenant aliénante qu'en tant que l'environnement en vient à rétrécir le champ des possibilités qui leur sont ouvertes » (Epstein, 2015 p. 512).

Dès lors, il faut que les autorités de la concurrence valident ces connexions de marché qui sont autant d'échanges d'informations permettant de créer progressivement les marchés. Celles-ci ont à arbitrer entre pratiques nécessaires pour innover et pratiques perverses visant à abuser du pouvoir de marché au détriment des clients. Il peut ainsi arriver que des pratiques monopolistes soient favorables à des innovations porteuses de gains environnementaux. Ainsi est-il favorable à l'environnement d'imposer des normes techniques aux entreprises polluantes⁶⁰ quitte à reconnaître aux éco-industries en amont un

⁵⁸ Cette notion d'engagement est empruntée à Sen (1991) pour expliquer le poids de motivations sociales dans le comportement des individus pouvant expliquer que le choix arrêté produit un bien-être moindre que celui dicté par la seule motivation de l'intérêt personnel. Nous entendons l'associer à une rationalité de groupe mise au centre du comportement des entreprises confrontées à une incertitude radicale.

⁵⁹ Pour ces marchés, comme pour les marchés de biens, la qualification de marchés imparfaits est trompeuse dès lors que les imperfections en question deviennent des conditions de viabilité.

⁶⁰ Les investissements environnementaux ont en commun avec les investissements en R&D les mêmes propriétés, mais avec cette différence qu'ils peuvent être contraints par des normes qui les rendent moins

pouvoir de marché qui leur permet d'augmenter leur taux de marge (Sinclair-Desgagné, 2011).⁶¹

La position charnière des détenteurs de capitaux

La capacité des entreprises de se projeter à long terme et de se préoccuper des atteintes à l'environnement est étroitement dépendante de l'attitude des *détenteurs de capitaux*. En la matière, le discours convenu met l'accent sur l'importance d'une finance « verte » visant à favoriser certaines activités au détriment d'autres. La finance a bien un rôle déterminant à jouer dans la transition écologique à la fois parce qu'elle peut orienter les fonds disponibles vers les investissements « verts » et parce qu'elle peut y être incitée pour échapper aux risques que pourrait lui faire encourir le soutien d'investissements « bruns ». Le risque actuellement perçu est un risque de réputation faisant perdre aux banques la confiance de leurs actionnaires et des épargnants. Un risque non moins sensible est le risque induit par des aléas de réglementation aboutissant à des destructions de capital avant remboursement. Un risque davantage inhérent à l'enjeu environnemental lui-même est le risque de survenance de catastrophes écologiques, un risque de grande ampleur, mais dont la probabilité n'obéit pas à une loi normale, de sorte qu'il est difficilement prévisible, à horizon lointain, ce qui peut, paradoxalement, conduire à privilégier la recherche de rentabilité à court terme dans les arbitrages de financement.

Aussi le problème réside-t-il moins dans les incitations que dans l'organisation monétaire et financière qui les commandent.⁶² À l'évidence, la politique monétaire, certes concernée par la fréquence et l'amplitude de chocs d'offre ou de demande initiés par les changements climatiques, est de peu d'efficacité, ne pouvant suivre un objectif environnemental parallèlement à ses autres objectifs relevant de l'intervention à court terme et visant la stabilité financière.⁶³ Les marchés financiers, quant à eux, sous-estiment les risques associés aux changements climatiques. En effet, les risques financiers sont évalués sur la base des distributions historiques de résultats, mais cette approche n'est guère de secours pour évaluer les risques climatiques qui n'ont pas d'antécédents historiques (Krogstrup et Oman, 2019 p. 24). La régulation micro et macro prudentielle en termes de liquidité et de fonds propres, au demeurant complexe à mettre en œuvre, n'inclut pas explicitement les risques climatiques (ibid. p. 25-29).

productifs impliquant de récuser la logique d'une valorisation de l'environnement par le système des prix et le canal des taxes.

⁶¹ Il est intéressant de noter à ce propos que certains lobbyistes de l'environnement entendent favoriser le démantèlement des barrières à l'entrée et l'entrepreneuriat, devenant ainsi les défenseurs des instruments de marché alors même que ces instruments, dans leur acception usuelle, ne sont pas les mieux adaptés au développement des éco-industries.

⁶² Keynes soulignait qu'en situation d'incertitude radicale « il est rarement sage de sacrifier un bénéfice actuel pour un avantage douteux dans le futur ». Cette observation ne peut que renforcer l'idée qu'il est nécessaire de concevoir des garanties quant à l'existence de marchés futurs, lesquelles passent par les connexions de marché évoquées.

⁶³ Le rachat de titres « verts » par la Banque Centrale Européenne dans le cadre des politiques de facilités quantitatives est un moyen de pousser à la distribution de crédits « verts », quoique son importance est toute relative (sur ce point voir Krogstrup et Oman, 2019 p. 30-33). Bolton et alii (2020), de leur côté, reconnaissent aux banques centrales le rôle d'agents coordinateurs à l'âge de l'incertitude climatique dans laquelle ils voient une menace sur la stabilité financière. Une position, en toute hypothèse, moins caricaturale du « mainstream » que celle consistant à maintenir l'orthodoxie monétaire en excluant le prix du carbone, supposé fortement augmenter, de l'indice des prix. La question reste posée de l'usage qui est fait de l'abondance de liquidités au regard de l'exigence climatique.

Aussi le plus important est-il de faire évoluer le système bancaire et financier avec comme objectif de rendre *patients* les détenteurs de capitaux. Les décisions d'investissement ne sont pas indépendantes de la structure du capital.⁶⁴ Compte tenu des longs délais de gestation des investissements dans les technologies « vertes » impliquant de sensibles hausses de coûts avant que ne soient obtenues les recettes attendues, il est décisif que les détenteurs de capitaux puissent s'engager sur le long terme à soutenir les entreprises, qu'il s'agisse des banques qui doivent nouer des relations de proximité ou d'actionnaires mis juridiquement en condition de loyauté (Mazzucato, 2013a, Gaffard, Amendola et Saraceno, 2020).

La nature même de l'entreprise et son mode de gouvernance sont ici mis sur le devant de la scène.⁶⁵ Soit l'entreprise est conçue comme une collection d'actifs négociables à tout moment sous l'emprise de marchés financiers guidés par des fonds activistes. Soit elle est conçue comme une *coalition politique* (March, 1962) qui lie entre elles les parties prenantes à long terme.

Dans ce dernier cas, la convention financière reposant sur un engagement long justifie de mettre en œuvre des relations contractuelles durables entre entreprises participant d'une même chaîne de valeur, garantissant ainsi la cohérence des profils temporels des investissements réalisés par les unes et les autres.

Objectifs sociaux et environnementaux

La convention financière justifie, également, de fonder les relations de travail sur des contrats à durée indéterminée (Amendola et Gaffard, 2018, 2019, Gaffard, Amendola et Saraceno, 2020). L'organisation du travail s'en trouve impactée parce que la durabilité du contrat de travail en commande le contenu et constitue une garantie de l'apprentissage nécessaire des nouvelles technologies. L'orientation des investissements peut s'en trouver modifiée si les salariés interviennent dans le processus de décision via des procédures de codétermination ou de cogestion dans le cadre de conseils de surveillance.

Le « verdissement » de l'économie est ici subordonné aux décisions conjointes des différentes parties prenantes de se projeter à long terme. La *question sociale* a partie liée avec la *question environnementale* dans la mesure où le mode de gouvernance retenu, celui de la coalition politique, autorise des investissements « verts », concilie les objectifs d'équité salariale et de préservation de la nature sans qu'il faille avoir recours systématiquement à des redistributions de revenus via l'intervention publique⁶⁶, concilie enfin les objectifs de justice sociale et d'équité intergénérationnelle.

⁶⁴ La neutralité de la finance telle qu'établie avec le théorème de Modigliani-Miller repose sur des hypothèses de concurrence parfaite qui négligent l'influence de l'engagement à plus ou moins long terme des détenteurs de capitaux sur les choix d'investissement (Mayer, 2013).

⁶⁵ Cette question est abordée dans la littérature mais uniquement sous l'angle de l'organisation du management dans l'entreprise (voir Ambec, 2013 p. 14)

⁶⁶ Cette thèse s'inscrit en opposition avec celle considérant que la protection sociale pourrait devenir compatible avec une protection de l'environnement dans un contexte d'état stationnaire sinon de décroissance (Laurent, 2014). L'un des arguments est que les dépenses sociales actuellement financées par la croissance, devraient diminuer dès lors qu'une meilleure protection de l'environnement permettrait une réduction des dépenses de santé (Laurent, 2020). En fait, cette analyse postule que l'égalité est possible sans croissance et surtout qu'elle est imposée réglementairement y compris à travers d'une diminution généralisée du temps de travail. Elle laisse de côté le fait qu'une part importante, sinon essentielle, de la réduction des inégalités est une réduction primaire procédant de la distribution des gains de productivité aux salariés dont nous avons observé

Il reste vrai que la coalition politique ainsi constituée, si elle peut apparaître comme une condition nécessaire et sans doute suffisante pour décider d'investissements à long terme en dépit d'une incertitude radicale, n'est pas suffisante pour que ces investissements répondent effectivement à l'objectif de préservation de l'environnement. La voie envisagée s'oppose aussi bien au tout État qu'au tout marché en insistant sur l'importance d'une gestion polycentrique. Encore faut-il que les intérêts « verts » actuels et futurs puissent être représentés. On sait que la complexité de la gouvernance des systèmes économiques et écologiques rend opportun une gestion polycentrique des « communs » (ressources communes et biens publics locaux) fondée sur la réciprocité et la confiance plutôt que de s'en remettre aux droits de propriété ou à la coercition étatique (Ostrom, 1990, 2011). Cette exigence dépasse le domaine des biens communs entendus au sens étroit pour s'appliquer aux entreprises dont on entend reconnaître la condition de coalition politique et que l'on veut voir s'engager dans la protection de l'environnement. Plus généralement, elle est révélatrice de la diversité des ordres juridiques.

8. Le jeu des multiples ordres juridiques

Ce serait une erreur que de négliger la nécessité d'une refonte du mode de gouvernance des entreprises reposant sur l'idée de *coalition politique* pour s'en tenir à l'idée que la pression sociale, éventuellement relayée par une finance convertie à l'écologie, forcerait à une responsabilité environnementale de ces mêmes entreprises⁶⁷, non qu'une telle pression soit sans effet, mais parce que l'interaction nécessaire entre les différentes parties prenantes incluant les pouvoirs publics doit, de quelque manière, être organisée et institutionnalisée.

Le recul des pouvoirs de l'État en raison d'une fragmentation liée à la mondialisation s'est traduit par une reconfiguration des enjeux de responsabilité sociale que les entreprises ne peuvent plus ignorer (Gaffard, 2018). En quelque circonstance que ce soit, celles-ci sont capables d'énoncer et d'appliquer des règles en ces matières qui leur sont communes, et sont sources de droit. Ainsi, lorsqu'une entreprise impose par contrat à l'ensemble de ses fournisseurs ou de ses sous-traitants le respect de certaines pratiques, elle produit une règle générale qui s'impose à tous ses partenaires. La seule règle étatique nécessaire est, alors, celle qui dit que les contrats sont la loi des parties. Lorsque ces pratiques contractuelles sont reprises dans un code de conduite du secteur et qu'un label est par exemple associé à son respect, il y a un phénomène de généralisation de la règle qui repose sur la réputation, la concurrence, le mimétisme dont on peut attendre des effets bénéfiques dans le traitement des atteintes à l'environnement. Il n'est pas sûr, pour autant, que la règle reflète l'exercice d'une responsabilité environnementale tant que la pression de finance ne s'exerce pas dans

qu'elle était intrinsèquement liée à l'organisation industrielle et à la croissance. Elle ignore que les dépenses de santé, au demeurant loin de n'être que réparation de dommages liées à la dégradation de l'environnement, ne sont qu'une fraction des dépenses sociales. Il est vrai que dans la logique de ce raisonnement le chômage disparaîtrait au bénéfice d'une réduction du temps de travail et du partage de celui-ci. Ce type d'analyse postule l'existence d'un état optimal de la société en l'occurrence fondé sur des choix écologiques venant en quelque sorte se substituer à des choix économiques, sans davantage de considération des problèmes de transition que ne le font les théories faisant reposer ces mêmes choix sur les mécanismes de marché.

⁶⁷ Dans ce cas de figure, l'on attend tout de l'attitude des consommateurs devenus conscients de leur propre responsabilité environnementale. La demande de qualité environnementale justifie l'acceptation de leur part d'un prix plus élevé, mais toujours gouverné par les préférences individuelles. Ce qui ne contrevient en rien à la position de Friedman (1970) écartant le principe d'une responsabilité sociale des entreprises autre que celle de maximiser leurs profits. Ce qui, en revanche, laisse de côté les effets des inégalités sur les préférences.

le même sens.⁶⁸ La vraie question n'est pas celle de savoir s'il existe une règle étatique supérieure ou si l'entreprise peut s'y substituer. Elle est de savoir comment peuvent devenir cohérentes les pratiques des différents acteurs afin qu'elles obéissent à des préoccupations environnementales.⁶⁹

Dans une approche institutionnaliste du droit, l'idée a été défendue de longue date que tout groupe social constituait un ordre juridique prenant place à côté de l'ordre juridique étatique (Romano, 1918, Romano et Bergé, 2015). Cela fait écho à l'idée que l'on essaie ici de développer suivant laquelle la réponse au défi environnemental ne relève ni de l'étatisme, ni du marché total, mais du jeu des intelligences collectives.

Il appartient, certes, à la puissance publique de créer les conditions de mise en œuvre des formes de gouvernance appropriées, une intervention qui relève du droit des sociétés, du droit financier, du droit de la concurrence, du droit du travail, de leur élaboration et de leur application.⁷⁰ Le problème est, toutefois, plus complexe. La diversité des ordres juridiques « privés » venant compléter ou concurrencer l'ordre juridique de l'État est clairement au cœur des régulations. Les relations entre ces différents ordres oscillent entre hiérarchie, conflit et coopération. Il ne peut être question de subordonner les dispositifs juridiques, ni à un optimum social, fut-ce-t-il écologique, défini par une autorité centrale, ni aux règles présumées optimales du marché dont seraient garants des autorités supposées indépendantes. Il s'agit de reconnaître la nécessité d'institutions dont la mission est de promouvoir une gouvernance *décentralisée et polycentrique, facilitée et non contrôlée* par la puissance publique.⁷¹

Dans cette perspective, les décisions publiques doivent interagir avec la multiplicité des décisions privées, concourant ensemble à la constitution d'un ordre juridique aux multiples composantes. Non sans que reste néanmoins posé la question de formes hiérarchiques devenues complexes.⁷²

⁶⁸ « Paradoxalement, la régulation informationnelle de l'environnement semble miser sur le conformisme des acteurs pour contrer leur mimétisme : contre la force des habitudes de pensée, il s'agit de créer des conditions pour que l'interprétation dominante et financiarisée du code du système économique soit remise en question. À ce jour, il est pourtant permis de douter que l'entreprise ait fonctionné, tant la communication environnementale semble saisie par la convention financière » (Epstein, 2015 p. 512).

⁶⁹ Y compris les acteurs judiciaires. Les juristes évoquent à ce propos la nécessité de réviser les pratiques judiciaires « à droit constant ».

⁷⁰ Ce qui montre bien que « le droit de l'environnement est un droit totalement transversal ou mixte qui fait voler en éclat une *summa divisio* de moins en moins structurante » (Martin, 2020a p. 7).

⁷¹ Cette question est abordée dans une étude relative à la nature juridique des éco-organismes et aux rapports qu'ils entretiennent avec les autres acteurs de la filière en amont comme en aval. « Au titre d'une conclusion très provisoire, il est possible de soutenir que la création des éco-organismes a sans doute été une réponse « astucieuse » à la complexité des questions à résoudre, mais qu'elle est, en l'état, une réponse très incomplète. La recherche d'un plus grand contrôle de l'État sur le système mis en place ne peut être regardée comme une réponse adaptée, tant elle serait contradictoire avec ce système. Dans le même temps, l'absence de contrôle est certainement l'antichambre d'un abandon des objectifs d'intérêt général exprimés par le législateur. Seule la mise en place de véritables mécanismes de régulation entre les mains d'une autorité représentative des intérêts concurrents en présence et perçue comme légitime par l'ensemble du secteur pourrait, selon nous, faire de ce système « astucieux » un système intelligent. » (Martin, 2012 p. 127).

⁷² La récente décision du Tribunal Administratif de Paris (février 2021) de condamner l'État pour n'avoir pas rempli ses obligations en matière d'émissions de gaz à effet de serre n'est pas sans poser problème. Le jugement semble méconnaître que, dans un État démocratique, il appartient à l'exécutif et au législatif d'arbitrer les conflits d'intérêt, un arbitrage pouvant le conduire à moduler en cours de route les choix qu'il a

Naturellement, dans les industries « vertes », comme dans toutes les nouvelles industries confrontées à une incertitude radicale, les investissements publics sont déterminants des capacités à innover (Mazzucato, 2013b, Veltz, 2021). Ces investissements relèvent de la responsabilité des pouvoirs publics. Ils doivent être financés. Une politique industrielle et une politique budgétaire doivent être établies, qui procèdent de cet engagement à long terme. La politique budgétaire requiert la soutenabilité des efforts financiers consentis.⁷³ La politique industrielle appelle une sélection des investissements publics, autrement dit un choix des secteurs à promouvoir, mais avec le risque que la recherche de rente et les intérêts commerciaux influencent cette sélection (Rodrik, 2019).

S'arrêter là serait toutefois manquer la cible. L'articulation entre investissements publics et privés est cruciale pour la réussite de la transition. Si le mode de gouvernance des entreprises est décisif de leur capacité à faire des anticipations fiables à long terme, il doit être complété par des formes d'organisation publique qui permettent aux acteurs privés et publics de délibérer ensemble sur le futur de façon à orienter la sélection nécessaire des projets. Il en est ainsi de grands programmes publics de recherche et développement, ciblés sur des objectifs environnementaux. Il pourrait, également, en être ainsi d'instances de délibération collective à l'image de ce qu'a pu être autrefois, en France, le Commissariat du Plan. L'idée serait de disposer d'une instance dont la mission serait de délibérer des enjeux de long terme et de légiférer en conséquence, non sans conserver une marge d'adaptation et de pilotage. L'enjeu est bien d'insérer l'État et, plus généralement, les collectivités publiques dans le réseau complexe des intelligences collectives.

Pour conclure sur ce point, il est intéressant de revenir sur la question des prix et de la valeur. La théorie standard enseigne que la taxation affecte le prix de telle façon à ce que soient prises en compte les externalités en l'occurrence négatives, autrement dit la valeur attachée à la nature. S'en tenir là en donnant une valeur élevée à la nature est, possiblement, source de difficulté financière immédiate et de faillite. L'alternative est de permettre à l'entreprise éventuellement concernée de miser sur la profitabilité à long terme. Elle implique, comme déjà souligné, une relative viscosité des taxes et des prix, mais aussi un engagement de l'entreprise à créer de la valeur en préservant la nature, ce à quoi peut et doit l'inciter la réglementation fixée par les pouvoirs publics à la double condition que celle-ci soit stricte, donc crédible, et que soient donnés le temps et les moyens organisationnels à l'entreprise de s'adapter.⁷⁴

9. Retour sur la théorie économique

La crise environnementale et la recherche de crédibilité de la transition écologique nous conduisent à reconsidérer les fondements de la théorie économique, tant positive que normative. Une nouvelle approche du phénomène central de production modifie la vision que l'on peut et doit avoir de l'environnement qui ne peut plus être considéré comme une donnée exogène. L'interaction des temporalités propres aux multiples composantes du

pu effectuer et, en l'occurrence, tenir compte des dommages économiques subis en même temps que des dommages environnementaux. Encore faut-il que le législatif exerce son contrôle sur l'action de l'exécutif.

⁷³ Cette soutenabilité est aujourd'hui facilitée du fait du bas niveau des taux d'intérêt qui sont un encouragement à l'investissement et qui sont censés perdurer (Blanchard, 2019). Mais ce ne saurait dispenser d'une sélection des projets.

⁷⁴ Cette observation confirme que la valeur économique ne peut être confondue ni avec le prix, ni avec la seule utilité environnementale. Elle procède des conditions dans lesquelles opère la jouissance de la vie (« *the enjoyment of life* ») suivant l'expression de Georgescu-Roegen (1971 p. 282).

processus économique implique de rompre avec une notion de norme ramenée à la rationalité individuelle et à la maximisation de l'utilité.

La nature du processus de production

La théorie économique standard de la production associe des facteurs donnés à des produits donnés. L'environnement y est conçu comme une donnée exogène (une contrainte) sous forme de ressources plus ou moins rares. Il existe par lui-même indépendamment du processus économique sinon que ce dernier opère un prélèvement sur des ressources renouvelables ou non renouvelables données. Il n'est question que d'allocation de ressources et de leur substitution éventuelle. Une logique de choix pur basé sur l'utilité et la rareté commande les comportements individuels. L'existence d'externalités négatives liées à ces comportements justifie taxes et subventions qui agissent comme compensation et doivent corriger l'allocation des ressources. Les politiques scientifiques et technologiques affectent le processus économique, pas l'environnement sinon en économisant les ressources qu'il fournit du moins si l'on pense pouvoir l'établir *a priori*, autrement dit si l'on sait avec précision l'impact global des technologies alternatives, ce qui laisse peu de place à des effets possiblement contradictoires au regard de l'objectif recherché. Explicitement ou non, un équilibre est prédéterminé vers lequel il est possible de converger en s'assurant des moyens d'y parvenir, que ce soit le marché ou la contrainte administrative.

Or, l'impact de la production sur la nature et l'effet en retour sur les conditions de la production révèlent que ce qui est en jeu est moins l'allocation que la création de ressources, en fait les changements qualitatifs dont le point d'arrivée ne peut pas être déterminé *a priori* (Amendola, 1992). Création de ressources, spécificité de ces ressources, apprentissage en cours de route caractérisent le processus de développement et correspondent à une nouvelle façon de concevoir et de percevoir la production et l'environnement. L'environnement est internalisé : ce n'est plus, seulement une *contrainte*, il devient un *objectif* et une *opportunité*. Organiser le processus de production ainsi conçu est la tâche dévolue en premier lieu à l'entreprise que l'on définit par ses relations internes et externes et sa capacité de construire, pas à pas, son environnement technologique comme naturel. La rationalité du choix cède devant la rationalité de la procédure. Internaliser l'environnement dans la stratégie de l'entreprise consiste à mettre celle-ci en capacité d'investir à long terme en situation d'incertitude ce que l'on aurait tort de réduire à une internalisation des effets externes par le biais des prix augmenté des taxes. Les conditions de *viabilité* du processus d'innovation importent davantage qu'un résultat fondamentalement imprévisible de comportements que l'on aurait tort de croire optimaux. La difficulté de connaître *a priori* les actions et politiques favorables à l'environnement ne fait qu'exprimer l'interdépendance entre les processus de production et l'environnement.⁷⁵ Y remédier requiert de faire porter l'attention sur des formes institutionnelles et organisationnelles spécifiques qui les structurent et, partant, sur la nature et le jeu des normes.

⁷⁵ À cet égard, il est intéressant de noter la proposition du philosophe et médiologue de remplacer par la notion de milieu celle d'environnement. « L'environnement, notion quasi touristique, c'est ce qui entoure un îlot fixe de référence, en couronne ou en périphérie. Le mi-lieu, lui, nous enveloppe et nourrit. C'est un entre-deux régénérateur, qui met l'extérieur à l'intérieur, par quoi ils s'oxygènent mutuellement » (Debray, 2020 p. 53).

La nature et le jeu des normes

Les normes conçues dans le cadre de la théorie économique moderne, d'essence axiomatique, sont assimilées à des faits ou plus précisément à des objectifs factuels préétablis qui servent de cibles pour l'action comme maximiser une utilité. Elles prennent parfois la forme de nombres censés guider la gouvernance. Elles se veulent l'expression de la compréhension rationnelle et unitaire du monde. Elles induisent une prescription générale qui est de se conformer à un ordre prédéterminé dont la découverte est le résultat d'une démarche rationnelle. Cet ordre est simplement mis à jour par des comportements d'acteurs qui en ont une connaissance rationnelle et qui, de ce fait, apportent des réponses nécessairement optimales aux signaux de leur environnement. Les actions économiques ont une fin logique dès lors qu'elles sont en adéquation avec une réalité objective intelligible, rationnellement décryptée. Seules des institutions ou des règles inadaptées, souvent assimilées à des rigidités, peuvent en faire dévier sans en remettre en cause la validité. De cette façon, une continuité est assurée qui s'inscrit dans la référence à une totalité ordonnée et spontanément cohérente. Une raison transcendante investit la place désormais refusée aux jugements moraux. Ce peut être une totalité et une raison écologiques si d'aventure une connaissance scientifique pourtant partielle et incertaine est imposée d'en haut, éventuellement par un mouvement politique ou un dictateur réputé bienveillant.

Les normes réduites à des comportements individuels ainsi ciblés font abstraction de l'idée même d'interaction sociale : des objectifs précis sont poursuivis qui sont présumés cohérents entre eux et n'appellent pas de *conflits* ni d'*arbitrages* pour les résoudre. La société est soumise à ces objectifs et aux règles qui y concourent sans que des choix sociaux et le politique y aient leur place. Un dogme s'impose qui peut être aussi bien celui du marché total ou celui du plan centralisé.

Des normes environnementales qui participeraient de cette vision se confondraient avec des faits qui ne seraient pas discutables, ni du point de vue scientifique, ni du point de vue économique, en tout cas hors de tout arbitrage entre contraintes économiques et contraintes écologiques. Comme s'il était possible de définir un état optimal en référence à des comportements spécifiés.

Cette société est aux antipodes de la société ouverte décrite par Popper (1966) : d'une société qui suit un chemin et n'obéit pas plus à une loi historique qu'elle n'est immuable précisément parce que c'est une société de liberté, d'une « société qui avoue son incomplétude, qui assume son inachèvement et sa fragilité, mais assume du même coup la vitalité de ses relations sociales » (Revault d'Allonnes, 2010 p. 29).⁷⁶

Dans une société de liberté, les normes n'obéissent, ni à des principes axiomatiques, ni à des critères moraux rigides. Elles structurent des comportements ou des attitudes face aux événements, qui répondent aux faits, ont un caractère contingent et sont transformées avec eux, non sans avoir une dimension éthique. Elles sont le produit de règles et d'institutions qui *évoluent* avec l'expérience. Elles sont aussi le reflet de choix politiques résultant d'arbitrages ou de la pression de lobbies d'influence. La normativité n'est plus incarnée dans la définition d'un *optimum social*, mais dans la recherche de *viabilité* face aux distorsions inévitables caractérisant l'évolution. Les relations entre acteurs – l'interaction sociale – priment sur les fonctions d'utilité individuelle (Coase, 1978). Elles procèdent de

⁷⁶ Les différentes approches de la notion de norme sont débattues dans Clam et Gaffard (2001).

comportements *décentralisés* quoique *collectifs*, non de la recherche d'une utilité maximale par chaque individu ou, *a fortiori*, de l'imposition, par une autorité centrale, d'un optimum social préétabli fut-ce un optimum écologique.

Les normes en question sont diversifiées (la loi et le règlement, mais aussi la certification, les codes de bonne conduite, les chartes, les contrats). Leur architecture ressortit davantage du réseau que de la hiérarchie. Se trouvent ainsi mises sur le devant de la scène des formes diverses d'organisation contractuelle des entreprises et de la puissance publique en regard des exigences aussi bien économiques qu'écologiques.⁷⁷

Ces normes sont source d'inertie. Pour autant, elles ne sont pas immuables. Elles évoluent sous l'influence des faits, en l'occurrence, les signaux de l'environnement qu'il s'agisse de l'épuisement des ressources, du recul de la biodiversité ou du changement climatique. L'enjeu est bien de concilier la revendication de changement initiée par les faits avec l'inertie (le gradualisme) qui garantit la viabilité de l'évolution.

Cette normativité est *interactive* et *évolutive*, fruit d'interactions entre les différents ordres juridiques venant se substituer à une stricte hiérarchie.⁷⁸

7. Conclusion

Concilier croissance, justice sociale et préservation de la nature n'est pas chose aisée pour une raison simple. Une croissance partagée du revenu repose sur la possibilité de distribuer aux salariés les gains de productivité car c'est le moyen de créer une forte demande de biens salariaux et de valider ainsi l'organisation industrielle de l'activité de production, mais au prix d'une forte augmentation de la consommation de ressources non renouvelables et de la production de déchets. Renoncer à cette forme d'organisation en vue d'accélérer la transition écologique risque de conduire à un accroissement des inégalités dès lors que ce sont les travailleurs les plus pauvres et les moins bien formés qui se trouvent pénalisés en termes de revenus et d'emplois. Par ailleurs, le creusement des inégalités au sein même de l'économie capitaliste industrielle est susceptible de modifier la structure de la demande au bénéfice de biens de luxe ou de consommations ostentatoires, autrement dit au détriment de l'organisation industrielle basée sur l'exploitation de rendements d'échelle croissants et de la croissance, y compris une croissance « verte », ce qui n'est pas le moindre des paradoxes.

En présence d'une *incertitude radicale* sur les futures conditions technologiques et de marché auxquelles seront confrontées les entreprises engagées dans la transition écologique, un paradoxe surgit qui veut que l'on promeuve des institutions garantissant des ajustements *lents et graduels*, alors que la rapidité des changements affectant la nature réclame d'intervenir en urgence. Il n'en demeure pas moins qu'une thérapie de choc ne peut que susciter le chaos. La contradiction essentielle n'est pas levée. Y survivre ne peut résulter

⁷⁷ Cela conduit à interroger la distinction entre le droit privé et le droit public (Martin, 2020a). Lorsqu'une entreprise impose un modèle de contrat ou des processus de fabrication à ses fournisseurs et sous-traitants, elle fait du droit public, droit de l'autorité et du commandement. Lorsque l'État négocie des contreparties fiscales ou des subventions en échange d'engagements environnementaux, il fait du droit privé, droit de l'accord et de l'échange et il n'a pas davantage de pouvoir (et souvent, il en a moins) que la multinationale qui impose des comportements à ses fournisseurs.

⁷⁸ Delmas-Marty (2019) parle ainsi de bricolage juridique visant à internationaliser le droit national et à contextualiser le droit international, un bricolage qui relèverait du travail du juge et du dialogue des juges.

d'un choix centralisé et brutal qui, en toute hypothèse, se heurte au défaut d'une information fiable sur le futur aussi bien technologique qu'économique.

L'enjeu est de concilier les temps propres de l'économie et de la nature dans le but de ne sacrifier ni l'une ni l'autre, d'arbitrer en conséquence entre les arrangements institutionnels dont la *diversité* répond à celle des capitalismes, bien loin de l'opposition binaire, en termes sociaux comme environnementaux, entre un capitalisme mythifié garant d'un optimum social et une nouvelle société débarrassée de tous les travers du capitalisme réel.

Il n'est d'autre solution que de se rapporter à des *décisions décentralisées* et au jeu des *intelligences collectives*. Au lieu de fixer les règles de droit en regard de règles économiques censées produire un état optimal, il importe de fonder les comportements économiques sur des dispositifs juridiques appropriés à la *conciliation* des exigences, pour partie *contradictaires*, d'efficacité économique, de justice sociale et de protection de l'environnement. L'objectif est de permettre à tous les acteurs de se projeter à long terme sans devoir négliger ce qu'il advient à court terme. Une telle projection ne revient pas à identifier *a priori* un long terme optimal fut-ce-t-il écologiquement optimal, car un tel horizon n'existe pas. Elle suppose de pouvoir rendre *viable* un sentier fait d'une succession d'événements réputés de court terme impliquant de faire face à des difficultés incontournables liées à toute transition et d'éviter qu'elles ne deviennent incontrôlables. Sans aucun doute, les décisions à prendre concernent au premier chef la conduite des entreprises dans le but de leur donner le statut de coalition politique leur permettant de se dégager des contraintes de court terme imposées par les marchés financiers.⁷⁹

Le dilemme né de la contradiction entre exigences économiques et écologiques s'éclaire de son soubassement philosophique. Albert Camus avait le souci de ne pas sacrifier la nature et la beauté sur l'autel de la raison. Attentif à la marche aveugle des forces matérielles, il ne désespérait pas de la possibilité pour l'être humain de retrouver la force de création dont la machine l'avait dépossédé. « La vraie et inhumaine démesure, écrivait-il, est dans la division du travail. Mais à force de démesure, un jour vient où une machine à cent opérations, conduite par un seul homme, crée un seul objet. Cet homme, à une échelle différente, aura retrouvé en partie la force de création qu'il possédait dans l'artisanat. Le producteur anonyme se rapproche alors du créateur. Il n'est pas sûr, naturellement, que la démesure industrielle s'engagera tout de suite dans cette voie. Mais elle démontre déjà, par son fonctionnement, la nécessité d'une mesure, et elle suscite la réflexion propre à organiser cette mesure. Ou cette valeur de limite sera servie, en tout cas, ou la démesure contemporaine ne trouvera sa règle et sa paix que dans la destruction universelle » (Camus, 1951 p. 314). Et d'ajouter, en défense d'une position que dénigraient les croyants en un ordre idéal, cette leçon de sagesse. « Pour un esprit aux prises avec la réalité, la seule règle est alors de se tenir à l'endroit où les contraires s'affrontent, afin de ne rien éluder et de reconnaître le chemin qui mène plus loin. La mesure n'est donc pas la résolution désinvolte des contraires. Elle n'est rien d'autre que l'affirmation de la contradiction, et la décision ferme de s'y tenir pour y survivre » (Camus, 1952 p. 372).

⁷⁹ À cet égard il est important de faire état de l'adoption par le Parlement européen, d'une résolution (2020/2137 (INI)) qui « invite la Commission à présenter une proposition législative visant à garantir que les obligations des dirigeants ne peuvent être interprétées, à tort, comme équivalant à la maximisation à court terme de la valeur actionnariale, mais qu'elles incluent au contraire l'intérêt à long terme de l'entreprise et de la société dans son ensemble... » (article 19).

Michel Serres plaidant en faveur d'un contrat naturel ne disait rien d'autre. « Par raison raisonnable, écrivait-il, le principe équilibre sa raison. Par modération, il distribue avec équité la puissance, puisque raison veut dire à la fois l'excès de la puissance et sa modération. En lui et enfin, les sciences rationnelles rejoignent le juste droit et la raison le jugement » (Serres, 1990 p. 143). Et d'ajouter. « Notre collectif peut, aujourd'hui, équivalement, mourir des productions de la raison ou se sauvegarder par elles. La raison qui décidait ne peut plus trancher sur elle-même. Elle recourt au droit. Et notre jugement ne peut se passer des productions de la raison. Il recourt aux sciences. Croix de nos philosophies ». (ibid. p. 145-46). Le contrat naturel change la relation entre le droit et les sciences, sans doute aussi entre le droit et l'économie. Il s'inscrit dans une rupture avec la démarche axiomatique qui a envahi la science. « La ruée logistique, axiomatique, formelle, ne fut pas seulement propre aux mathématiques. Le tsunami a touché tous les rivages de la mer Encyclopédie. Physiciens ou philosophes, sociologues ou biologistes, nous étions tous des formalistes. Jusqu'à la rigueur, certes, et puis, jusqu'à l'excès » (Serres, 1980). L'économie, ici curieusement oubliée, a, elle aussi, été touchée par le raz de marée. Le moment est venu qu'elle s'en extraie.

Annexe : le modèle d'une économie agraire

Une économie surpeuplée, correspondant à des pays encore dominés par l'activité agricole, est, suivant Georgescu-Roegen (1960), une économie dans laquelle existe un facteur de production *limitatif*, en l'occurrence la terre et le capital. Un facteur de production est limitatif si une augmentation de son entrée est une condition à la fois nécessaire et suffisante de l'augmentation du produit. L'économie est représentée par le graphique mettant en regard la productivité et l'emploi.

L'offre de travail (MKN) est maximale du minimum biologique de salaire (K sur la courbe HH qui donne la rémunération minimale par unité de travail) jusqu'à un certain niveau de productivité moyenne du travail (K), puis décroît à mesure que cette productivité augmente impliquant, alors, un partage entre travail et loisir.

Étant donné l'existence d'un facteur limitatif (la terre et le travail), les productivités marginale et moyenne du travail décroissent avec la quantité de travail à partir d'un niveau maximum correspondant à un volume d'emploi nul. Suivant la théorie de la productivité marginale, le niveau de l'emploi et le taux de salaire sont fixés à l'intersection de la courbe de productivité marginale et la courbe d'offre de travail. Ce sera le cas si, en ce point d'intersection (B), le produit moyen est supérieur au produit moyen minimum qui correspond au taux d'utilisation maximum du facteur limitatif. L'offre est égale à la demande de travail au niveau du taux de salaire : il y a plein emploi.

Figure 1

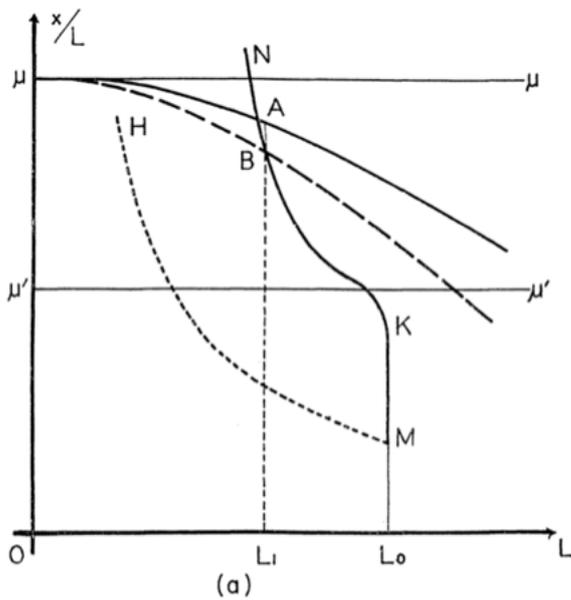
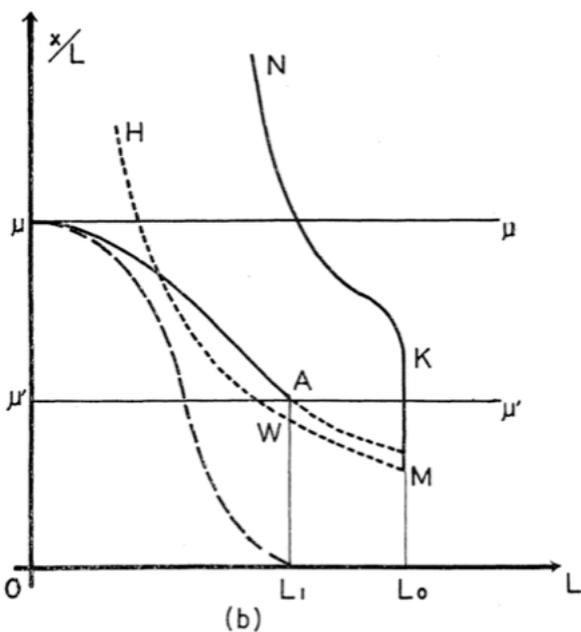


FIG. 4

Source : Georgescu-Roegen, 1960 p. 20.

En revanche, si la courbe de productivité marginale ne coupe pas l'offre de travail avant de devenir nulle (L_1), la théorie de la productivité marginale ne peut plus s'appliquer. Au niveau d'emploi correspondant à une productivité marginale nulle, le taux de salaire est fixé au niveau minimum (L_1W) en deçà duquel le salarié ne peut pas travailler (le minimum biologique). L'écart entre la masse salariale ainsi déterminée et le produit total sert à financer les dépenses publiques et à rémunérer la classe dirigeante ($AW \times L_1$). Georgescu-Roegen parle de surpopulation *stricto sensu*.

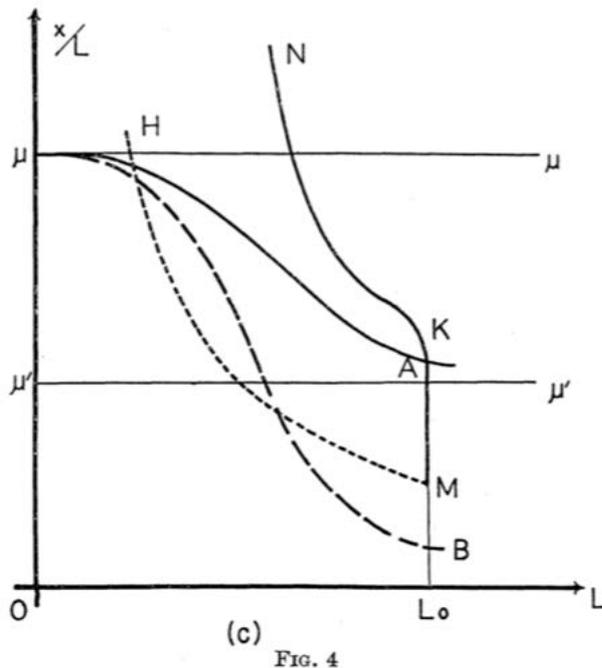
Figure 2



Source : Georgescu-Roegen, 1960 p. 21.

Si, enfin, la courbe de productivité marginale est positive pour le niveau maximum d'offre de travail (B) en étant inférieure à ce même minimum biologique, la théorie de la productivité marginale ne s'applique pas davantage, le taux de salaire ne peut lui être que supérieur (M). Georgescu-Roegen parle de surpopulation non *stricto sensu*.

Figure 3



Source : Georgescu-Roegen, 1960 p. 21.

La société ainsi étudiée par Georgescu-Roegen est une société encore à dominante agraire comme l'était au début du XX^e siècle les économies d'Europe orientale. Dans cette économie, surpeuplée *stricto sensu*, le temps de travail est généralement plus faible que dans les économies industrialisées et le temps de loisir y est plus élevé. Pour autant ce loisir n'a aucune valeur économique puisque le diminuer n'aurait aucun effet sur le niveau de production. La plupart des individus sont employés en raison d'un partage des tâches permettant à chacun de pouvoir revendiquer une part du produit national (d'exister socialement). Une bureaucratie pléthorique existe le plus souvent, mais le travail étant utilisé jusqu'à ses limites techniques, il n'y a rien à gagner à la réduction du nombre de fonctionnaires sauf à créer des troubles sociaux. Cette société ne manque pas de main d'œuvre, elle manque de travail qualifié qui n'est autre que le reflet de manque de capital.

Références

- Acemoglu D., Aghion P., Bursztyn L., and Hemmous D. (2009): 'The Environment and Directed Technical Change', *American Economic Review* 102 (1) : 131-166.
- Alestra C., Cette G., Chouard V., et R. Lecat (2020): 'Long-Term Growth Impact of Climate Change and Policies: The Advance Climate Change Long-Term (ACCL) Scenario Building Model', *Working Paper Banque de France n° 759*.
- Alestra C., Cette G., Chouard V., et R. Lecat (2020): 'Politique climatique: le défi du temps long et des intérêts nationaux', *Bloc-notes Eco, Banque de France*, Billet n° 169.
- Amendola M. (1992): 'Technological Innovation and Economic Behavior: Towards the Environment', mimeo unpublished.
- Amendola M. and J-L Gaffard (1988) : *The Innovative Choice*, Oxford, Basil Blackwell.
- Amendola M. and J-L Gaffard (1998) : *Out of Equilibrium*, Oxford, Clarendon Press.
- Amendola M. and J-L Gaffard (2006) : *The Market Way to Riches. Behind the Myth*, Cheltenham, Edward Elgar.
- Amendola M. and J-L Gaffard (2018): *Le désordre et la raison. Une économie politique de la mondialisation*, Londres : ISTE.
- Amendola M. and J-L Gaffard (2019): *Disorder and Public Concern about Globalization*, London: ISTE and Wiley.
- Ambec S., Cohen M.A., Elgie S. and P. Lanoie (2013): 'The Porter Hypothesis at 20: Can Environmental Regulation Enhance Innovation and Competitiveness', *Review of Environmental Economics and Policy Advance* <https://fdir.idei.fr/wp-content/uploads/2013/01/hypothesis.pdf>
- Arrow K.J. (1974 a): 'Limited Knowledge and Economic Analysis', *American Economic Review* 64 (1): 1-10.
- Arrow K.J. (1974 b): *The Limits of Organization*, New York: Norton & Cie.
- Arrow K.J. (1987): 'De la rationalité de l'individu et des autres dans le système économique', *Revue Française d'Économie* 2 (1) : 22-47.
- Artus P. (2021) : 'Les faux problèmes de la transition énergétique', *Tribune Le Monde* 7 février.
- Aubert D. et M. Chiroleu-Assouline (2019) : 'Environmental Tax Reform and Income Distribution with Imperfect Labour Markets', *European Economic Review* 116: 60-82.
- Baumol W.J. (2002): *The Free-Market Innovation Machine*, Princeton, Princeton University Press.
- Blanchard O.J. (2019): 'Public Debt: Fiscal and Welfare Costs in a Time of Low Interest Rates', *Policy Brief PB 19-2*, Peterson Institute for International Economics, Washington D.C.
- Boitier, B., Lancesseur, N. and P. Zagamé, P., (2015) : 'Modelling the European policy response to the challenges arising from the socio-ecological transition', NEUJOBS Working paper N°9.3, 2015.

- Bolton P., Despres M., Perreira Da Silva L., Samama F. and R. Svartzman (2020): 'The Green Swan. Central Banking and Financial Stability in the Age of Climate Change', *Bank for International Settlements*
- Camus A. (1951) : *L'homme révolté*, Paris, Gallimard. Réédité dans A. Camus (2008) : *Œuvres complètes III*, Paris, Gallimard, La Pléiade.
- Callonnec G., Landa G., Malliet P., Reynes F., Yeddar-Tamsamani Y. (2013), 'A full description of the ThreeME model: Multi-sector Macroeconomic Model for the Evaluation of Environmental and Energy policy', *Ademe, OFCE*
- Camus A. (1952): *La défense de l'homme révolté*, texte non publié, édité dans A. Camus (2008) : *Œuvres complètes III*, Paris, Gallimard, La Pléiade.
- Charbonnier P. (2020) : *Abondance et liberté, Une histoire environnementale des idées politiques*, Paris, La Découverte.
- Clam J. et J-L Gaffard (2001): *Norme, Fait, Fluctuation*, Genève : Librairie Droz.
- Coase R.H. (1978) : 'Economics and Contiguous Disciplines', *The Journal of Legal Studies* : 201-211.
- Columbo U. (1980): 'A View on Innovation and the Chemical Industry', *Research Policy* 9 (3): 203-231.
- Daloz J-P (1978) : *De la logique du désordre à la nécessité des crises*, Paris, Economica.
- Day R.H. (1967): 'Profit, Learning and the Convergence of Satisficing to Marginalism', *Quarterly Journal of Economics* 81 (2): 302-311.
- Debray R. (2020) : *Le siècle vert*, Paris : Gallimard
- Dechezleprêtre A, Natchigall D., and F. Venmans (2018): 'The Joint Impact of the European Union Emissions Trading System on Carbon Emissions and Economic Performance', *OECD Economics Department Working Papers* N° 1515.
- Delmas-Marty (2019) : *Sortir du pot au noir. L'humanisme juridique comme boussole*, Paris : Buchet Chastel.
- Dewey J. (1935) : *Liberalism and Social Action*, in *The Later Works (1925-1953) vol. 11* (1987) : Carbondale : Southern Illinois University Press. Traduction française (2014) : *Après le libéralisme ? Ses impasses, son avenir*, Paris : Climats
- Dupuy J-P (2012) : *L'avenir de l'économie*, Paris : Flammarion.
- Epstein A-S (2015) : *Information environnementale et entreprise. Contribution à une analyse juridique d'une régulation*, Thèse de Doctorat Université de Nice Sophia Antipolis. Institut Universitaire Varenne.
- Fabre-Magnan M. (2018) : *L'institution de la liberté*, Presses Universitaires de France.
- Favereau O. (2020) : 'Économie : un individualisme méthodologique à la recherche de sa propre incomplétude', *L'Année Sociologique*, 70 (1) : 231-259.
- Fitoussi J-P (2020) : *Comme on nous parle, l'emprise de la novlangue sur nos sociétés*, Paris : Les Liens qui Libèrent.
- Fitoussi J-P et E. Laurent (2008) : *La nouvelle écologie politique*, Paris, Le Seuil.

Fougeyrollas A., Le Hir B., Le Mouël P. et P. Zagamé (2015) 'Macro-Economic Assessment of Innovation Policies: A New Frame by NEMESIS with Applications for EU', Conference Economics of Innovation and Patenting, ZEW - Mannheim - Germany - 2nd, July 2015.

Friedman M. (1970): 'The Social Responsibility of Business is to Increase its Profits', *New York Times Magazine* September 13, 1970

Gaffard J-L (2018) : 'De la responsabilité sociale : à propos des rôles respectifs de l'entreprise et de l'Etat', *Document de travail de l'OFCE* 2018-38

Gaffard J-L, Amendola M. et F. Saraceno (2020) : *Le temps retrouvé de l'économie*, Paris, Odile Jacob.

Georgescu-Roegen N. (1950): 'The Theory of Choice and the Constancy of Economic Laws', *Quarterly Journal of Economics* LXIV: 125-138.

Georgescu-Roegen N. (1958): 'The Nature of Expectations and Uncertainty', in M.J. Bowman ed., *Expectations, Uncertainty and Business Behavior*, New York, The Social Science Research Council. Reprinted in Georgescu-Roegen (1966): *Analytical economics: Issues and Problems*, Cambridge Mass., Harvard University Press, chapter 6.

Georgescu-Roegen N. (1960): Economic Theory and Agrarian Economics, *Oxford Economic Papers New Series* 12 (1): 1-40.

Georgescu-Roegen N. (1967): 'Chamberlin's New Economics and the Unit of Production' in R. Kuenne ed. *Monopolistic Competition Theory. Studies in Impact. Essays in Honor of E.H. Chamberlin*, New York, Wiley, p. 31-62.

Georgescu-Roegen N. (1968): 'Structural Inflation Lock and Balanced Growth', *Économies et Sociétés* IV (3): 557-605. Reprinted in Georgescu-Roegen N. (1976): *Energy and Economic Myths*, New York: Pergamon Press.

Georgescu-Roegen N. (1971): *The Entropy Law and the Economic Process*, Cambridge Mass., Harvard University Press.

Georgescu-Roegen N. (1975): 'Dynamic Models and Economic Growth', in G. Schwodiauer ed. *Equilibrium and Disequilibrium in Economic Theory*, Proceedings of a conference by the Institute of Advanced Studies, Vienna. Reprint in *Energy and Economic Myths*, New York: Pergamon Press.

Georgescu-Roegen N. (1976): *Energy and the Economic Myths*, New York, Pergamon Press.

Georgescu-Roegen N. (1978) : 'De la science économique à la bioéconomie', *Revue d'Économie Politique* 88 (3) : 337-382.

Georgescu-Roegen N. (1979 a) : 'Energy Analysis and Economic Valuation', *Southern Economic Journal* 45 (4): 1023-1058.

Georgescu-Roegen N. (1979 b) : *Demain la Décroissance*, Paris, Editions Pierre-Marcel Favre.

Glachant M. et C. Mini (2020) : *Quand le carbone coûtera cher. L'effet sur la compétitivité industrielle de la tarification du carbone*, Paris, Les Notes de la Fabrique de l'Industrie.

Gollier C. (2012) : 'Actualisation et développement durable : en faisons-nous assez pour les générations futures ?', *Annales d'économie et de statistiques*, hors-série N° 1 : 51-90.

- Gollier C. (2016) : 'Valorisation des investissements ultra-longes et développement durable', *L'actualité économique. Revue d'analyse économique* 92 (4) : 667-701.
- Gordon R.J. (2015): 'Secular Stagnation: A Supply-Side View', *American Economic Review* 105 (5): 54-59.
- Granovetter M. (1985): 'Economic Action and Social Structure: the Problem of Embeddedness', *American Journal of Sociology* 91 (3): 481-510.
- Hayek F.A. (1944): *The Road of Serfdom*, London: Routledge. Traduction française (2007) : *La route de la servitude*, Paris : Presses Universitaires de France.
- Heymann D. and A. Leijonhufvud (1995): *High Inflation*, Oxford: Oxford University Press.
- Héraud J-A (2020 a) : 'Vers un écosystème de politiques environnementales', *Lettre du financier territorial* N° 351.
- Héraud J-A (2020 b) : 'La politique énergétique allemande : engagements, réalisations et perspectives', *La Revue de l'Énergie* N° 652 : 13-18.
- Hicks J.R. (1973): *Capital and Time*, Oxford, Clarendon Press.
- Hicks J.R. (1976): 'Time in Economics' in A.M. Tang et alii, *Evolution, Welfare and Time in Economics: Essays in Honour of Nicholas Georgescu-Roegen*, Lexington Mass.: Health Lexington Books. Reprinted in Hicks J.R. (1982): *Money, Interest, and Wages. Collected Essays on Economic Theory, vol. II*, Oxford, Basil Blackwell.
- Jensen S, Mohlin C., Pittel K. and T. Sterner (2015): 'An Introduction to the Green Paradox: the Unintended Consequences of Climate Policies', *Review of Environmental Economics and Policy* 9 (2): 246-265.
- Jevons W.S. (1865): *The Coal Question : an Inquiry Concerning the Progresse of the Nation, and the Probable Exhaustion of Coal Mines*, London, Macmillan.
- Keynes J.M. (1930) : 'Economic Possibilities for Our Grandchildren', in *Essays in Persuasion*. Reed. (1972): *The Collected Writings of John Maynard Keynes*, volume IX, London, Macmillan Press.
- Krogstrup S. and W. Oman (2019): 'Macroeconomic and Financial Policies for Climate Change Mitigation: a Review of the Literature', *IMF Working Paper* 19/185.
- Lanzavecchia G. et D. Mazzonis (1983) : 'Quel futur pour la chimie ?' in R. Larue de Tournemine ed. *L'innovation, vers une nouvelle révolution technologique*, Paris : La Documentation française.
- Laurent E. (2014) : *Le bel avenir de l'État-providence*, Paris, Les Liens qui Libèrent.
- Laurent E. (2020): 'Comment construire un État social-écologique libéré de la croissance', Préface de Hirvilammi T. (2020) : 'Penser l'État-providence post-croissant. Les cercles vertueux de la protection sociale durable', *Fondation de l'Écologie Politique*, Note N° 21.
- Malthus T.R. (1798) : *First Essay on Population*, Reprinted for the Royal Economic society, London, Macmillan 1926.
- March J. (1962): 'The Business Firm as a Political Coalition', *The Journal of Politics* 24 (4): 662-678.

- Marin G. and F. Vona (2019 a): 'The Impact of Energy Prices on Employment and Environmental Performance: Evidence from French Manufacturing Establishment 1997-2015', *Center for Climate Change Economics and Policy, Working Paper N° 362*.
- Marin G. and F. Vona (2019 b): 'Climate Policies and Skill-Biased Employment Dynamics: Evidence from EU Countries', *Journal of Environmental Economics and Management* 98.
- Martin G. (2012): 'L'éco-organisme : nature juridique et rapports avec les acteurs de la filière' in P. Thieffry dir. *La responsabilité du producteur du fait des déchets*, Paris, Bruylant : 115-127.
- Martin G. (2020 a) : 'L' environnement', in J-B Racine (dir.) : *Le droit économique au XXI siècle : notions et enjeux*, Paris : Lextenso
- Martin G. (2020 b) : 'De quelques évolutions du droit contemporain à la lumière de la réparation du préjudice écologique par le droit de la responsabilité civile', *Revue des juristes de Sciences-Po* N° 18.
- Mayer C. (2013): *Firm Commitment*, Oxford, Oxford University Press.
- Mazzucato M. (2013 a): 'Financing Innovation: Creative Destruction vs. Destructive Creation', *Industrial and Corporate Change* 22 (4): 851-867.
- Mazzucato M. (2013 b): *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths*, New York, Anthem Press.
- Mirlicourtois A. (2020 a) : 'La grande illusion d'une filière industrielle verte française', *Xerfi Canal, revue audiovisuelle de l'économie, la stratégie et du management* 07/07/20.
- Mirlicourtois A. (2020 b) : 'Les ravages économiques de la panne culturelle', *Xerfi Canal, revue audiovisuelle de l'économie, la stratégie et du management* 26/11/20.
- Missemer A. (2013) : *Nicholas Georgescu-Roegen, pour une révolution bioéconomique*, Lyon, ENS Éditions.
- Nordhaus, W.D. (1994): *Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change*, Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Nordhaus W.D. (2008): *A Question of Balance: Weighing the Options on Global Warming Policies*, New Haven, Yale University Press.
- Nordhaus, W.D. (2017): 'Projections and Uncertainties about Climate Change in an Era of Minimal Climate Policies', *NBER Working Paper* 22933.
- Orléan A. (2011): *L'empire de la valeur. Refonder l'économie*, Paris : Le Seuil.
- Ostrom E. 1990): *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Actions*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Ostrom E. (2011): 'Par-delà les marchés et l'État la gouvernance polycentrique des systèmes économiques complexes', *Revue de l'OFCE* 120 : 15-72. Version révisée de la conférence donnée le 8 décembre 2009 à l'occasion de la remise du Prix de la Banque de Suède en Sciences Économiques en mémoire d'Alfred Nobel
- Popp D., Vona F., Marin G and Z. Chen (2020): 'The Employment Impact of Green Fiscal Push: Evidence from the American Recovery Act', *NBER Working Paper* 27321.

- Popper K. (1966): *The Open Society and Its Enemies*, London: Routledge. Traduction Française (1979) *La société ouverte et ses ennemis*, Paris : Le Seuil.
- Porter M. (1991): 'America's Green Strategy', *Scientific American* 264 (4) : 168.
- Porter M. and C. van der Linde (1995): 'Toward a New Conception of the Environment Competitiveness Relationship', *Journal of Economic Perspective* 9 (4): 97-118.
- Quinet A. (2019): *Une valeur tutélaire du carbone pour évaluer les investissements et les politiques publiques*, Rapport de France Stratégie
- Ravet J., Boitier B. Grancagnolo M., Le Mouël P., Stirbat L., and P. Zagamé (2019): 'The Shape of Things to Come: Ex Ante Assessment of the Economic Impact of Horizon Europe', *fteval Journal for Research and Technology Policy Evaluation*, 47: 96-105.
- Revault d'Allones M. (2010) : *Pourquoi nous n'aimons pas la démocratie*, Paris: Le Seuil.
- Rey H. (2020) : 'Le changement climatique ne pourra pas être combattu en réduisant l'activité économique', *Le Monde* 14 octobre 2020.
- Rodrik D. (2019) : 'Where are we in the economics of industrial policies', Voxdev <https://voxdev.org/topic/public-economics/where-are-we-economics-industrial-policies>
- Romano S. (1918) : *Il ordinamento giuridico*. Traduction française (2002) : *L'ordre juridique*, Paris : Dalloz
- Romano S. et Bergé J-S (2015) : *Les ordres juridiques*, Paris : Dalloz.
- Sahlins M. (1972): *Stone Economics*, Chicago & New York: Al dine- Ather tone Inc., Edit. Traduction française de T. Jolas (1976) : *Âge de Pierre, Âge d'Abondance. L'économie des sociétés primitives*, Paris : Gallimard.
- Sainteny G. (2015) : *Le climat qui cache la forêt*, Paris, Éditions Rue de l'échiquier.
- Savasta S. (2020) : 'Le modèle éolien français basé sur les aides d'État n'est pas durable', Tribune *Le Monde* 3 décembre.
- Schumpeter J.A. (1934): *Theory of Economic Development*, Cambridge Mass.: Harvard University Press. Traduction française de J-J Anstett (1935) : *Théorie du développement économique*, Paris : Dalloz.
- Schumpeter J.A. (1935): 'The Analysis of Economic Change', *Review of Economics and Statistics* 17: 2-10.
- Schumpeter J.A. (1941): *Capitalism, Socialism, and Democracy*, New York, Harper & Row. Traduction française de G. Fain : *Capitalisme, Socialisme et Démocratie*, Paris: Payot.
- Sen A. (1991): *Ethics and Economics*, Oxford: Basil Blackwell. Traduction française de S. Marnat (1993) : *Éthique et économie*, Paris : Presses Universitaires de France.
- Sen A. (2009) : *The Idea of Justice*, London : Penguin Books. Traduction française (2009) : *L'idée de justice*, Paris : Flammarion.
- Serres M. (1990) : *Le contrat naturel*, Paris : Éditions François Bourin.
- Serres M. (1980) : *Le Passage du Nord-Ouest*, Paris : Les Éditions de Minuit.
- Shackle G.L.S. (1949): *Expectations in Economics*, Cambridge: Cambridge University Press.

- Sinclair-Desgagné (2005) : ‘Calcul économique et développement durable’, *Esprit Critique, Revue internationale de sociologie et de sciences sociales* 07 N° 1 : 6-14.
- Sinclair-Desgagné (2008): ‘The Environmental Goods and Services Industry’, *International Review of Environmental and Resources Economics*, 2: 69-99.
- Sinclair-Desgagné B. (2011) : ‘Éco-activités, création de valeur et compétitivité’, CIRANO Série Scientifique 11-36.
- Sinclair-Desgagné B. (2017) : ‘Le développement durable. Vers un nouvel esprit d’entreprise’, Communication au colloque *Perspectives d’avenir en 4D* tenu dans le cadre des célébrations du centenaire d’HEC Montréal.
- Smith A. (1776): *An Inquiry in the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, Reed. (1976) R.H. Campbell and A.S. Skinner (eds), Oxford: Clarendon Press.
- Smith A. (1790): *The Theory of Moral Sentiments*, Revised edition. Reprint D.D. Raphael and A.L. Macfie (eds), Oxford Clarendon Press. Traduction française : *La théorie des sentiments moraux*, Paris : Presses Universitaires de France.
- Solow R.M. (2000): *Growth Theory. An Exposition*, New York & Oxford: Oxford University Press.
- Stern, Nicholas (2007): *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Stern N. and J. Stiglitz (2017): Report on the High-Level Commission on Carbon Prices, *Carbon Pricing Leadership Coalition*.
- Supiot A. (2020): ‘Les taches de l’O.I.T. à l’heure de son centenaire’, *Revue Internationale du Travail* 159 n° 1 : 131-152.
- Thaler R.H. and C.R. Sunstein (2003): ‘Libertarian Paternalism’, *American Economic Review* 93, n°2, p. 175-179.
- Tirole J. (2016) : *Économie du bien commun*, Paris, Presses Universitaires de France.
- Veblen T. (1899) : *The Theory of Leisure Class an Economic Study of Institutions*, New York, Macmillan ; Traduction française de L. Evrard (1970) : *Théorie de la classe de loisirs*, Paris, Gallimard.
- Veltz P. (2017) : *L’économie désirable. Sortir du monde thermo-fossile*, Paris, Le Seuil.
- Veltz P. (2021) : *La société hyper-industrielle*, Paris, Le Seuil.
- Vona F. (2019): ‘Job Losses and Political Acceptability of Climate Policies: why the job killing argument is persistent and how to overturn it’, *Climate Policy* 19 (4): 524-532.
- Vona F. (2020) : ‘ The Dark and Green Side of Labour Markets’, Webinaire OFCE et Fabrique de l’industrie *Transition bas carbone et compétitivité industrielle : défis et opportunités*, 10 novembre 2020.
- Vona F., Marin G., Consoli D., and D. Pope (2018) : ‘Environmental Regulation and Green Skills: An Empirical Exploration’, *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 5 (4): 713-753.
- Vona F. and F. Patriarca (2011): ‘Income Inequality and the Development of Environmental Technologies’, *Ecological Economics* 70: 2201-2213.

Zagamé P. (2020) : 'Macroéconomie et énergie : les impressions d'un modélisateur', *La Revue de l'Énergie* N° 651 : 7-12.



ABOUT OFCE

The Paris-based Observatoire français des conjonctures économiques (OFCE), or French Economic Observatory is an independent and publicly-funded centre whose activities focus on economic research, forecasting and the evaluation of public policy.

Its 1981 founding charter established it as part of the French Fondation nationale des sciences politiques (Sciences Po), and gave it the mission is to “ensure that the fruits of scientific rigour and academic independence serve the public debate about the economy”. The OFCE fulfils this mission by conducting theoretical and empirical studies, taking part in international scientific networks, and assuring a regular presence in the media through close cooperation with the French and European public authorities. The work of the OFCE covers most fields of economic analysis, from macroeconomics, growth, social welfare programmes, taxation and employment policy to sustainable development, competition, innovation and regulatory affairs.

ABOUT SCIENCES PO

Sciences Po is an institution of higher education and research in the humanities and social sciences. Its work in law, economics, history, political science and sociology is pursued through [ten research units](#) and several crosscutting programmes.

Its research community includes over [two hundred twenty members](#) and [three hundred fifty PhD candidates](#). Recognized internationally, their work covers [a wide range of topics](#) including education, democracies, urban development, globalization and public health.

One of Sciences Po's key objectives is to make a significant contribution to methodological, epistemological and theoretical advances in the humanities and social sciences. Sciences Po's mission is also to share the results of its research with the international research community, students, and more broadly, society as a whole.

PARTNERSHIP
