

Une théorie décroissante de l'énergie

Arnaud DIEMER

Université Blaise Pascal, TRIANGLE

Résumé

Bien que la décroissance se présente avant tout comme un projet politique ou une utopie du présent, elle s'apparente de plus en plus à un changement de paradigme et de nombreuses voix s'élèvent pour la théoriser. Dans son ouvrage de 2006, intitulé « le pari de la décroissance », Serge Latouche a introduit le schéma théorique des 8 R (réévaluer, reconceptualiser, restructurer, redistribuer, relocaliser, réduire, réutiliser, recycler) afin de créer le cercle vertueux de la décroissance sereine, conviviale et soutenable. L'article que nous présentons ici, s'inscrit dans une démarche de théorisation visant à proposer une théorie décroissante de l'énergie. Il est en effet possible, à partir d'une lecture des pionniers de la décroissance (Nicholas Georgescu-Roegen, Jacques Ellul, Ivan Illich, André Gorz, Serge Latouche...) de poser les bases d'une théorie de l'énergie qui revendique un ancrage dans la décroissance. Cette théorie repose sur un postulat fondamental, la sortie de l'économie (qui passe par la réduction de la taille de l'économie). L'énergie est ici passée au crible des 3 R (Réévaluer, Reconceptualiser, Restructurer) par l'intermédiaire des lois de la thermodynamique, de la biologie et du contrôle social. Contrairement à la théorie de la croissance, qui associe l'énergie à un input, une donnée technique ou sociale, la décroissance appréhende l'énergie à partir d'une analyse biophysique du processus de la production dans le cadre d'une réduction drastique de la consommation. L'idée selon laquelle la hausse de la consommation d'énergie par tête est compatible avec une amélioration de l'équité, est ici battue en brèche. En effet, notre soif de consommation énergétique, attisée par les prodigieuses évolutions de la vitesse des transports, ne peut générer qu'une augmentation du contrôle social, de la frustration et donc un recul de la démocratie.

Mots clés

Contrôle social, Energie, Entropie, Décroissance, Slow-down économie

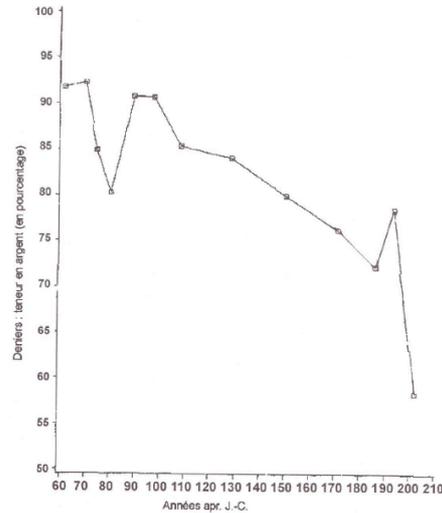
Si les sociétés humaines ont à la fois, prospéré et décliné, elles le doivent beaucoup aux sources d'énergie utilisées. Les différentes révolutions industrielles que l'humanité a connues, rappellent que les progrès ont mobilisé à la fois de nouvelles ressources naturelles (le charbon, le pétrole, l'uranium, les métaux rares), de nouveaux moyens de transport (la voiture, l'avion), de nouvelles technologies (moteur à explosion, moteur à propulsion, moteur à hydrogène) ou encore de nouveaux secteurs (sidérurgie, automobile, informatique). Notre rapport à l'énergie constitue une clé importante pour comprendre l'évolution de l'espèce humaine, le développement du commerce, la division internationale du travail ou notre addiction à la croissance économique. Dans un ouvrage intitulé, *The Collapse of Complex Societies*, Joseph Tainter (1988) n'hésite pas à faire un parallèle entre notre dépendance vis à vis des flux d'énergie et les liens qu'entretenait l'empire romain avec ces mêmes flux. Au temps des romains, la seule source d'énergie disponible

était le soleil. Cette énergie solaire se retrouvait sur terre sous de nombreuses formes : minerais et métaux, production agricole, œuvres d'art, populations... Ainsi, l'essor de l'empire romain s'est effectué sous la forme de pillages des ressources naturelles et de mise en esclavage des personnes (les esclaves étant destinés à travailler et donc à produire de l'énergie pour leurs maîtres). Le mode de vie des citoyens romains était même dépendant des sources de revenus provenant des pillages. Lorsque l'empire romain s'empare du trésor macédonien en 167 avant J.C, les citoyens romains sont exemptés d'impôt. Quand le royaume de Pergame fut annexé en 130 avant J.C, le budget de l'Etat doubla, passant de 100 à 200 millions de sesterces. Après la conquête de la Syrie (63 avant J.C), le budget atteignit même les 340 millions de sesterces. Ainsi, comme le rappelle Tainter (1988, [2013, p. 151]), plus de conquêtes donnaient plus de richesses, qui finançaient plus de conquêtes : « *La série initiale de victoires, entreprise pour l'autoconservation, commença à procurer une base économique de plus en plus large pour de nouvelles conquêtes* ». Cette politique de conquêtes est toutefois venue buter sur trois limites. D'une part, le nombre de conquêtes « profitables » décline et finit par devenir ruineux lorsque l'Empire romain rencontre un concurrent aux capacités équivalentes (en l'occurrence, l'Empire Perse). D'autre part, la logistique du transport et de la communication souligne qu'au-delà d'une certaine distance de la capitale, les terres deviennent difficiles à administrer. Enfin, les coûts d'administration des provinces conquises (placer une garnison) sont très vite devenus exorbitants, au point d'amputer les revenus annuels. Ainsi, lorsque les conquêtes commencèrent à décliner, Rome fût dans l'obligation de maintenir une structure administrative et militaire onéreuse pour continuer d'exploiter les terres fertiles du bassin méditerranéen (passant ainsi d'une énergie solaire abondante accumulée par les autres à une énergie solaire plus modeste destinée aux terres agricoles). Tainter note que « *l'Empire romain fut le premier état, et le seul jusqu'à une époque récente, à maintenir une force militaire suffisante pour tous ses besoins* » (1988, [2013, p. 171]). A partir du règne d'Auguste (27 avant J.C à 14 après J.C), l'Empire fût régulièrement confronté à des carences fiscales et à un budget déficitaire pour couvrir toutes les dépenses. Néron (64 avant J.C) finit par apporter une solution que les différents empereurs reproduiront tout au long de leur mandat, il déprécia les deniers d'argent en augmentant la teneur en métal non précieux (teneur moyenne en argent, 91,8%). Durant le règne de Septime Sévère, la teneur moyenne en argent passa à 58,3%.

Selon Tainter, ces conjugaisons d'évènements seraient à l'origine de l'effondrement de l'empire romain, un destin qui pourrait également menacer les sociétés modernes. En effet, nos sociétés occidentales (les grandes puissances que sont l'Angleterre, la France, les Etats Unis...) se sont accaparées des réserves importantes d'énergie sur tous les continents (Moyen Orient, Afrique...), c'est cette abondance d'énergie bon marché (pétrole, gaz...) qui leur a permis d'atteindre des taux de croissance élevés, un niveau de développement sans précédent et d'accéder

au confort proposé par la société de consommation. Cette évolution a cependant eu un coût, les démocraties occidentales ont laissé croître leurs dettes et parier sur des promesses de revenus futurs (tirés par la prospérité des bourses financières).

Figure 1 : Dépréciation du denier, de Néron à Septime Sévère



Source : Bolin, 1958 (cité par Tainter, 1988)

Dans un environnement caractérisé par une diminution des réserves de ressources naturelles, une montée des dettes publiques, une disparition de la biodiversité et une pollution atmosphérique générée par les gaz à effet de serre, l'eldorado promis par les énergies renouvelables pourrait générer plus de problèmes si notre soutenabilité (recyclage des produits, transformation des déchets, échanges de chaleur et de matière...) exige de consommer encore plus d'énergie. En effet, l'énergie est une notion complexe car elle est protéiforme. Elle se présente à la fois sous forme d'un stock (ressources naturelles que sont le charbon, le gaz et le pétrole...) qui met du temps à se renouveler et d'un flux (énergie solaire, énergie éolienne...) qu'il est difficile de maîtriser de façon continue. Par ailleurs, cette énergie entretient des liens très étroits avec la croissance économique. Cette dernière demande toujours plus d'énergie (les effets rebond soulignent bien le fait qu'une énergie moins chère génère plus de consommation et de gaspillage). Nous avons besoin de faire des prévisions de croissance économique pour estimer nos besoins en énergie. Enfin, l'énergie engendre de nombreux effets sur la croissance économique. Une pénurie de pétrole ou une baisse de la production de gaz se traduisent par une hausse des prix de l'énergie et hypothèquent sérieusement les prévisions de croissance économique. L'énergie fait ainsi partie intégrante du développement de nos sociétés. Les économistes, les prévisionnistes, les ministères des différents gouvernements et les firmes multinationales l'ont bien compris, les marchés énergétiques sont scrutés à la loupe, pour être à l'affût du fameux pic pétrolier (marquant la fin de l'énergie bon marché), des opportunités d'investissement (actualisation des bénéfices dans un contexte d'incertitude), des conséquences sur la compétitivité des entreprises ou encore d'une modification des termes des échanges commerciaux.

Les modèles et les scénarios de transition énergétique constituent des outils très appréciés des décideurs politiques (CEDD, 2013), des institutions internationales (CEF, 2013) et des ONG (Greenpeace, 2013). Cette approche prospective repose principalement sur une maîtrise de l'énergie reposant sur l'éco-efficacité et la sobriété. Si l'efficacité énergétique est généralement bien définie (elle renvoie à des améliorations techniques visant à réduire les dépenses de consommation énergétiques à l'échelle d'un système donné : principalement l'habitat et les transports), il n'en va pas de même pour la sobriété. Cette dernière est souvent associée à l'idée de modération. Ainsi, dans le domaine des représentations collectives, il suffirait de consommer avec plus de parcimonie, l'énergie, pour résoudre nos problèmes. Cette définition nous paraît à la fois floue, ambiguë et quelque peu tronquée. La sobriété est bien plus qu'un simple éco-geste, elle traduit « une démarche volontaire et collective de réduction de la consommation énergétique par des changements de comportements, de valeurs, de pratiques ou de modes de vie ». Elle s'inscrit donc dans un changement de paradigme, celui de la condamnation de la société de croissance et d'une radicale baisse de la consommation d'énergie. De ce fait, elle renvoie au projet utopique¹³⁴ (elle est source d'espoir et de rêve) que Serge Latouche (2006, 2007) a baptisé *décroissance* (Latouche, 2006, 2007), à la *sobriété heureuse* de Pierre Rabhi (2013) ou encore à la *convivialité* d'Ivan Illich (1973). Dans ce qui suit, nous proposons de définir une théorie décroissante de l'énergie. Si la décroissance n'est pas à proprement parler une théorie¹³⁵ (et que Serge Latouche condamnerait sûrement une telle tentative), il nous semble qu'elle a tous les ingrédients pour en devenir une et qu'il serait pertinent de la tester sur un sujet tel que l'énergie. Cette théorie décroissante de l'énergie repose sur un postulat¹³⁶ : la réduction de la taille de l'économie ou pour emprunter une expression chère à Serge Latouche, *la sortie de l'économie*. L'idée même d'une théorie décroissante de l'énergie repose sur une relecture épistémologique des travaux d'Ivan Illich, Nicholas Georgescu-Roegen, Serge Latouche et Pierre Rabhi. Elle s'appuie en partie sur le cadre des 8 R (Réévaluer, Reconceptualiser, Restructurer, Redistribuer, Relocaliser, Réduire, Réutiliser, Recycler) proposé par Serge Latouche (2006). Il s'agit principalement de réévaluer, de reconceptualiser et de restructurer (les trois R) le système énergétique pour sortir de l'imaginaire dominant.

¹³⁴ Nous ne développerons pas ce point ici, mais la croissance comme la décroissance sont sujettes à des points de tension, le couple utopie - idéologie constitue l'un de ses points, même si la croissance est souvent associée à une forme d'idéologie et que la décroissance renvoie plutôt à un projet utopique. Les travaux de Karl Mannheim (*Ideology and Utopia*, 1952) peuvent être ici mobilisés pour cerner les liens existant entre ces deux concepts.

¹³⁵ Nous ne reviendrons pas ici sur les notions de théorie ou de paradigme, nous les avons abordées dans un chapitre d'ouvrage (Diemer, 2012) et nous comptons les développer prochainement dans un article consacré à l'épistémologie de la décroissance latouchienne.

¹³⁶ Par postulat, nous entendons une proposition qui ne peut être démontrée dans l'introduction de cet article, mais qui est nécessaire pour établir notre démonstration et préciser la finalité d'un projet utopique de la décroissance.

Pour ce faire, nous associerons la théorie décroissante de l'énergie à trois postures constituant à la fois, un triptyque et une grille de lecture, susceptibles d'être appliquées à d'autres domaines (alimentation, ressources naturelles, climat, eau, biodiversité...). Le premier panneau (gauche) de ce triptyque précise le cadre opérationnel de la théorie, l'énergie renvoie à une certaine conception du processus de production, qui intègre trois dimensions : le temps, l'innovation et l'organisation. Ce processus est avant tout physique et matériel, il est régi par les lois de la thermodynamique et de l'entropie. Les travaux de Nicholas Georgescu-Roegen sont ici mobilisés. Sa phrase prémonitoire - « *Peut-être que le destin de l'homme est-il d'avoir une vie brève mais fiévreuse, excitante et extravagante, plutôt qu'une existence longue, végétative et monotone* » (NGR, 1995, p. 135) incarne à elle seule le dilemme énergétique. Le processus de production est énergivore, cependant la solution ne peut passer que par une baisse de la demande d'énergie. La *slow-down* économie¹³⁷

¹³⁷ Le fait d'expliquer que les phases de développement économique ont connu certains ralentissements et qu'il est possible - dans une perspective historique - de couvrir une période relativement longue, n'est pas nouveau en soi. Maddisson (1991) a développé ce point dans son ouvrage *Dynamic Forces in Capitalist Development* en distinguant 4 phases (tendances) de durée inégale (1820-1913, 1913 - 1950, 1950 - 1973, 1973 à aujourd'hui) et en insistant sur les phases d'accélération ou de décélération de la croissance économique. De son côté, Robert Gordon (1999) n'hésite à établir un lien entre la nouvelle économie et les gains de productivité, en avançant l'idée que la contribution des ordinateurs est bien réelle et qu'elle rend caduque et obsolète l'hypothèse du ralentissement économique (ici principalement de la productivité). En revanche, ce qui est bien nouveau, c'est de faire du ralentissement de l'économie, un slogan, une nécessité vitale pour l'espèce humaine ou encore un nouveau cadre de lecture analytique et épistémologique du capitalisme (certains diront tout simplement de l'après-croissance). Tim Jackson et Peter Victor (2011) ont évoqué cette question dans un article intitulé « *Productivity and work in the green economy : some theoretical reflections and empirical tests* » et paru dans la revue *Environmental innovation and Societal Transitions*. Toutefois, leur argumentation repose principalement sur une analyse de la productivité du travail (*productivity trap*) et des scénarii (partage du temps de travail ou arrêt de la croissance de la productivité du travail) qui pourraient engager nos sociétés dans un modèle low-growth. Il existe également une vaste littérature se rattachant à la décroissance et proposant des pistes de réflexion en matière de *slow-down* économie. Dans la lignée de ses travaux sur l'impérialisme (1979) et le développement (1986, 2001), Serge Latouche (2006) entrevoit la *slow-down* économie comme une sortie radicale de l'économie¹³⁷. Il s'agit, ni plus ni moins, que de réduire la taille de l'économie et de reconsidérer son rapport au temps (Latouche, Harpagès, 2012). Giorgos Kallis, Christian Kerschner et Joan Martinez Alier (2012) rappellent que cette réduction de la taille de l'économie est dictée par un enjeu climatique irréversible, à savoir réduire les émissions de gaz à effet de serre et engager nos sociétés dans la voie d'une restructuration écologique (il s'agit de stopper la disparition de la biodiversité). Federico Demaria, François Schneider, Filka Sekulova et Joan Martinez Alier (2013) insistent sur l'idée de ralentir le processus de dégradation matérielle en suivant un mode de vie de sobriété volontaire. Si ces travaux ont bien le mérite de poser des limites à la croissance, de proposer un modèle alternatif (la sobriété volontaire) et des solutions sociétales (partager le temps de travail), ils omettent de souligner quatre postulats importants (et non négociables) dans leur analyse des faits et de l'utopie décroissante : 1° le premier principe de la décroissance est la baisse du temps de travail. Il s'agit à la fois d'un objectif transitoire dans une société de croissance - parvenir à diminuer le chômage - et d'une fin en soi, la baisse du temps de travail doit signifier une baisse des revenus et donc de la consommation, c'est la véritable porte de sortie menant à une réduction de la taille de l'économie et à une réappropriation du temps dans une société du mieux vivre (ou du bien vivre : Buen Vivir). 2° le deuxième principe est un corollaire au premier, c'est la réduction drastique de la productivité du travail. Sans elle, la boucle productivité - salaire continue à enfanter de la croissance et à stimuler notre appétit à consommer. Par ailleurs, cela sous-entend qu'il y a de nombreux coûts cachés¹³⁷ derrière ces efforts de productivité

(incarnée par l'image de l'escargot chère aux décroissants) peut ainsi ouvrir une voie si elle nous amène à renverser nos manières de penser et à réévaluer l'idée d'énergie (Latouche, 2014). Le deuxième panneau (droite) associe l'énergie à un combat pour la vie, issue des lois thermodynamiques et biologiques auxquelles est soumise l'espèce humaine. Il permet une reconceptualisation de l'énergie autour des notions de conflit social, de justice sociale ou d'élite. Le troisième panneau (central) permet de dépasser le paradigme dominant de l'énergie (éco-efficacité ou éco-efficience et bien être) afin de le restructurer autour des idées de contrôle social, de convivialité et de sobriété heureuse. Cette restructuration suppose d'associer l'énergie à des notions telles que le processus de socialisation ou la démocratie. Au final, ces trois panneaux donnent une expression des trois R (réévaluer, reconceptualiser, restructurer) présents dans le schéma théorique de la décroissance (les fameux 8 R) de Serge Latouche (2006).

Energie, processus de production et entropie : Réévaluation

Si l'énergie est souvent associée à un input dans la fonction de production des entreprises ou à une dépense de consommation des ménages, elle fait également partie – physiquement et matériellement – du processus de production. A ce titre, elle est de plus en plus traduite sous la forme d'un rapport entre l'énergie métabolique (celle du corps humain ou de l'animal) et l'énergie mécanique. Dans une société incarnée par la recherche de croissance, de gains de productivité et de profit, ce rapport rend addictif à la vitesse¹³⁸, à l'élimination de la paresse de l'ouvrier (pour reprendre les mots de Frederick Winslow Taylor, 1911, et Adam Smith, 1776), à la technique (Ellul, 1956, 1977, 1988), à la montée du contrôle social (Illich, 1973) et à la généralisation de cet état d'esprit à tous les secteurs et les activités des sociétés modernes (Diemer, 2008). Il permet également de cerner la finalité des programmes d'optimisation linéaire des systèmes de production et de comprendre comment l'énergie mécanique s'est progressivement diffusée à l'ensemble de la société en

(horaire, hebdomadaire, mensuel, annuel). 3° Le troisième principe est une baisse radicale de l'accumulation du capital, qui rappelle que l'équilibre épargne - investissement est un mythe macroéconomique, et que les sociétés font désormais face à un excès d'épargne qui alimente tous les excès. Une thérapie de choc consisterait à supprimer l'impôt sur le revenu et à taxer le capital à 5% (un placement de 1000 euros sur un livret A serait soumis à 50 euros de taxes¹³⁷). Ce serait la meilleure manière d'éliminer le désir d'accumuler et de devenir propriétaire ! 4° Le quatrième principe est également un corollaire du troisième, la monnaie doit uniquement servir aux transactions. Ces dernières doivent être avant tout locales (de manière à éliminer les coûts environnementaux et sociaux cachés) et libellées en monnaie complémentaire (si le temps de travail baisse, si les revenus diminuent, le paiement pourra être assuré pour 75% par des monnaies complémentaires). Ramener la monnaie à sa fonction première, permet de stopper la spéculation et de réduire son pouvoir temporel (le fait de pouvoir garder de la monnaie dans le temps, doit également être réduit pour ralentir les possibilités d'accumuler). A nos yeux, ces quatre postulats font partie intégrante d'une théorie de la décroissance (qu'il reste à formuler).

¹³⁸ Ce rapport à la vitesse nous renvoie au rapport au temps et donc à notre aliénation à la notion de productivité. Les entreprises tendent à nous proposer des produits technologiques permettant d'économiser du temps de manière à ce qu'on puisse le consacrer à d'autres produits de consommation.

reléguant l'énergie métabolique au rang d'énergie primitive (Dannequin, Diemer, 1998, 1999). Nicholas Georgescu-Roegen a mis ce point en lumière dans une série d'articles rédigés dans les années 70¹³⁹. Son grand projet était de poser les bases d'une nouvelle théorie de la production. Cette idée est née de l'appréhension des limites de l'analyse traditionnelle qui en est faite et de la portée réductrice de ses outils (concept de productivité marginale, dotations de facteurs, approche quantitative de l'innovation, substitution des facteurs de production, etc.). Toutefois, l'originalité de sa démarche réside principalement dans son souci constant de saisir la réalité physique et matérielle des phénomènes. Cela va l'amener à mettre en avant le concept de processus de production lequel s'articule autour des trois principes suivants : le temps, l'innovation et l'organisation.

Temps, production, énergie et entropie

Le processus de production est, avant tout, un phénomène qui se déroule dans le temps, un temps irréversible, tel que le décrit le second principe de la thermodynamique. S'appuyant sur les travaux de Wicksteed (1894) ainsi que sur un grand nombre d'économistes contemporains (Hicks, Samuelson, Boulding...), NGR (1970, p. 1) note que le processus de production est généralement représenté par la forme mathématique suivante :

$$Q = F(X, Y, Z \dots)$$

Cette formule montre que des quantités d'inputs (X, Y, Z....) sont nécessaires pour produire une certaine quantité d'output (Q). A côté de cette interprétation, d'autres économistes (Stigler, NGR...) ont conçu la fonction de production comme une relation entre les inputs par unité de temps et l'output par unité de temps. Toutes les variables sont ainsi exprimées en termes de flux.

$$q = f(x, y, z \dots)$$

Selon NGR (1969, 1970), cette équivalence signifie que la fonction de production F doit être homogène de degré 1 de manière à ce que l'on ait $Q = tq$, $X = tx$, $Y = ty$,... et que $t f(x, y, z, \dots) = F(tx, ty, tz, \dots)$. Ce dernier point amène Georgescu-Roegen (1970, p. 2) à s'interroger sur la validité de la fonction de production standard : « *Does either of the forms, (1) or (2), constitute an adequate representation of a process of production and, if so, what kind of process may be represented by it ?* ». Pour déterminer un tel processus, il est cependant nécessaire d'en préciser les limites. Tout processus analytique comporte en effet une dimension à la fois spatiale (le processus doit être identifié et séparé du reste de la réalité) et temporelle (le processus s'apprécie dans la durée à partir d'une date initiale $t = 0$ et d'une date finale $t = T$). De là, constate NGR, si l'on veut décrire ce qui se passe à l'intérieur du processus, il suffit de le diviser en plusieurs

¹³⁹ Ainsi, son ouvrage *Energy and Economics Myths* (1976) ne saurait se comprendre sans un passage par *The Economics of Production* (1970) ou encore *The Entropy Law and the Economic Process* (1971).

processus élémentaires dans lesquels on reporterait des entrées et des sorties inscrites dans un espace temporel. NGR insiste tout particulièrement sur deux éléments significatifs du processus. La première catégorie, dans laquelle les éléments sont à la fois des entrées et des sorties (exemple de la terre ricardienne, d'un moteur, d'une semence, ou encore d'un travailleur), fait référence à ce que l'auteur appelle des *fonds*. La seconde catégorie dans laquelle les éléments apparaissent sous la forme d'entrées ou de sorties, constitue les *flux*.

Dans le cas d'un processus de production, les éléments peuvent être classés en plusieurs catégories. Ainsi les flux d'entrées, transformés par les agents, ont pour origine soit l'environnement (notés R, exemple des ressources naturelles), soit d'autres processus de production (notés I, exemple des consommations intermédiaires). On y associe également les flux de maintenance (notés M). Les flux de sortie sont représentés par les produits (Q) et les déchets (W). Les fonds comprennent la terre ricardienne (L), le capital physique (K) et la force de travail (H). L'expression du processus de production prend la forme suivante

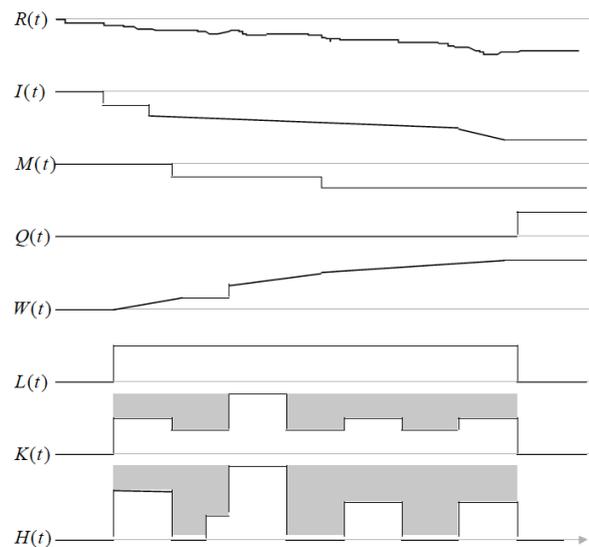
$$[R_0^T(t), I_0^T(t), M_0^T(t), Q_0^T(t), W_0^T(t), L_0^T(t), K_0^T(t), H_0^T(t)]$$

Il s'agit d'un ensemble de fonctions toutes définies par rapport au temps. Dès lors comme le souligne NGR, la fonction de production qui se réfère à ce processus, prendra une forme nouvelle :

$$Q_0^T(t) = \Gamma [R_0^T(t), I_0^T(t), M_0^T(t), W_0^T(t), L_0^T(t), K_0^T(t), H_0^T(t)]$$

A ce stade de l'analyse, l'étude du processus de production souligne deux points d'une extrême importance. L'un concerne la valeur de la terre ricardienne et les ressources naturelles. Il ne fait aucun doute selon NGR que la terre doit être incluse dans la description d'un processus de production : *"In Agriculture, in particular, Ricardian land plays a role wholly analogous to that of a fisherman's net; only, instead of fish, it catches solar energy and its by-products"* (1969, p. 508). La même remarque peut être adressée aux ressources naturelles : *"As to the natural resources, we may recall that Karl Marx, of all the economists, recognized that no one can fish from a lake where there are no fish"* (1972, p 284). L'omission de ces deux facteurs aurait ainsi généré une vision mécaniste du processus économique, alors que dans la réalité, l'exploitation continue des ressources naturelles ainsi que la recherche d'une utilisation plus efficace des facteurs rares constituent sa propre histoire. L'autre souligne que dans tout processus élémentaire, de nombreux facteurs restent oisifs durant un certain laps de temps.

Figure 2 : processus de production et oisiveté des fonds



Cette "oisiveté technique", synonyme de gaspillage économique, est une entrave au bon fonctionnement du processus économique : *"Whatever the product, one thing is certain about the elementary process. In relation to it, most of the funds are idle over large periods of time. The plow is needed only a few days during the whole production tie of growing a corn plant ; the same is true for the saw or the plane in the production of a table. There is no exception to this rule"* (1970, p 6). L'un des objets importants d'une économie de production serait donc de minimiser les périodes d'oisiveté des fonds (que ce soient la terre, le capital ou le travail), en d'autres termes de repenser l'organisation des processus élémentaires de production.

C'est à partir de ce cadre de réflexion (fustigeant l'approche mécano-descriptive des modèles standards qui réduit l'essence de tous les phénomènes à certains mouvements réversibles) que NGR propose d'appréhender le processus économique à partir d'un parallèle entre la physique et l'économie. Un processus matériel, souligne NGR (1979, p 19) *"ne produit ni ne consomme de la matière énergie, il se limite à absorber de la matière-énergie pour la rejeter continuellement"*. Dans ces conditions, ce qui entre dans le processus économique consiste en des ressources naturelles de valeur, et ce qui en sort prend la forme de déchets sans valeur. Cette différence d'origine qualitative s'est trouvée confirmée par une branche de la physique connue sous le nom de thermodynamique. La thermodynamique est née d'un mémoire de Sadi-Carnot de 1824 sur l'efficacité des machines à vapeur. Un des résultats de ce mémoire a été d'obliger la physique à reconnaître pour scientifique un fait élémentaire reconnu depuis des siècles : à savoir que la chaleur se déplace toujours d'elle-même des corps chauds aux corps froids. Comme les lois de la mécanique ne peuvent expliquer un phénomène unidirectionnel et irréversible, il a fallu "créer une nouvelle branche" de la physique utilisant des explications non mécaniques : *" Il y aurait ainsi deux temps : un temps réversible dans lequel les phénomènes mécaniques prennent place, et un temps irréversible relié aux phénomènes thermodynamiques"* (1971, p. 71).

D'après ces phénomènes thermodynamiques, la matière-énergie des ressources naturelles, absorbée par le processus économique, obéirait à un état de basse entropie, alors que les déchets qui en sortiraient, le seraient dans un état de haute entropie. C'est pour cette raison que NGR (1978, p. 357) qualifie le processus économique d'entropique et non de mécanique. En outre, l'énergie se présenterait sous deux états qualitativement différents, l'énergie utilisable ou libre, sur laquelle l'homme peut exercer une maîtrise presque complète (c'est l'énergie transformée en travail mécanique, exemple des machines à vapeur) et l'énergie inutilisable ou liée, que l'homme ne peut absolument pas utiliser. D'une façon générale souligne NGR (1979, p 23), "*l'énergie thermique libre d'un système clos se dégrade continuellement et irrévocablement en énergie liée*". L'extension de cette propriété de l'énergie thermique à toutes les autres formes d'énergie conduit au deuxième principe de la thermodynamique, appelé loi de l'entropie. Cette loi stipule que l'entropie (la quantité d'énergie liée) d'un système clos croît constamment vers un maximum. En d'autres termes l'énergie utilisable est continuellement transformée en énergie inutilisable jusqu'à ce qu'elle disparaisse complètement. NGR tire plusieurs leçons de la dégradation qualitative et continue de l'univers.

La première, c'est que la lutte économique de l'homme se concentre sur la basse entropie de son environnement. Le processus économique (d'un point de vue purement physique) ne fait que transformer des ressources naturelles de valeur (entropie basse) en déchets¹⁴⁰ (entropie haute). Par conséquent, les ressources naturelles ne passent qu'une seule fois dans le processus économique et le gaspillage est un gaspillage irréversible. Cependant note NGR, le véritable produit économique du processus économique n'est pas un flux matériel de déchets mais bien un flux immatériel : "*The enjoyment of life*".

La seconde, c'est que la basse entropie de l'environnement est rare, et sa destruction irréversible. La loi de l'entropie fait remarquer NGR (1979, p. 51) "*est la racine de la rareté économique. Si cette loi n'existait pas, nous pourrions réutiliser l'énergie d'un morceau de charbon à volonté, en le transformant en chaleur, cette chaleur en travail, et ce travail à nouveau en chaleur*". Le fait de puiser constamment dans les ressources naturelles n'est pas sans incidence sur l'histoire. Il est même à long terme l'élément le plus important du destin de l'humanité. C'est aussi en raison de la rareté particulière de la basse entropie dans l'environnement que, dès l'aube de l'histoire, l'homme a continuellement cherché à inventer des moyens susceptibles de mieux capter la basse entropie.

La troisième tire les conséquences économique et technique à la fois des caractéristiques de la dot de l'humanité en basse entropie. Cette dernière serait selon NGR (1978, p. 371)

¹⁴⁰ NGR souligne que les déchets à l'instar des ressources naturelles ont toujours été négligés dans les représentations courantes du processus de production : "*La seule mention de la pollution dans certains manuels est l'exemple de l'entreprise de blanchissage qui subit une perte à cause de la proximité d'une cheminée*" (1979, p. 58).

composée de trois sources distinctes : les flux de radiation reçue du soleil et d'énergie des marées, le stock d'énergie terrestre disponible et accessible comprenant les combustibles fossiles et nucléaires ainsi que l'énergie géothermique, le stock terrestre de matières disponible et accessible. Les ressources naturelles, souligne NGR, peuvent être extraites selon un rythme qui en principe dépend seulement du choix des individus : *"Conceivably, we could exhaust all the known stocks of oil within one year if we wanted to do so and made our plans accordingly"* (1969, p. 524). Or fait remarquer NGR, c'est cette liberté qu'à l'individu d'utiliser presque à volonté les dépôts de ressources naturelles (découverts et exploités à son avantage) qui serait responsable du spectaculaire progrès de la technologie. Il existerait donc bien une relation de cause à effet entre l'exploitation intensive de la basse entropie et l'utilisation d'innovations technologiques.

Production, innovation et énergie

Cette seconde caractéristique du processus de production s'articule autour de trois concepts, largement commentés par l'auteur tout au long de ses innombrables travaux.

- Le progrès technologique peut apparaître sous plusieurs formes (NGR, 1979) : une première catégorie prend les traits d'une innovation d'économie, qui apportent une économie nette de basse entropie par une combustion plus complète, par une diminution des frottements par l'obtention d'une lumière plus intense à partir du gaz et de l'électricité... Une deuxième catégorie regroupe les innovations de substitution qui ne font que remplacer l'énergie humaine par l'énergie physico-chimique (l'invention de la poudre à canon qui remplaça la catapulte). Enfin, il y a les innovations de la gamme de produits qui créent de nouveaux biens de consommation. Mais ce qui intéresse notre auteur, ce n'est pas réellement l'innovation au sens technique du terme, mais bien l'innovation économique. Cette dernière n'est ni plus ni moins ce lien qui unit le processus de production au développement, et que NGR associera plus tard *"au système usinier"*. C'est tout ce qui change la technologie à un moment donné (abandon des anciennes méthodes, conquête d'une nouvelle source de ressources naturelles, etc.). Le rôle de la demande apparaît ici déterminant. En effet, *"l'hystérésis du consommateur individuel : le fait que l'ajustement continu de l'individu aux changements de prix ou de conditions de revenus change ses goûts, paraît tellement évident que dans le passé les économistes ne l'ont mentionné qu'en passant, s'ils l'ont fait du tout... Mais l'aspect le plus déplaisant du problème est révélé par le fait que la conduite reçoit, pour ainsi dire, un choc qualitatif chaque fois que l'individu est confronté avec un bien nouveau. Ceci est la raison pour laquelle on se tromperait totalement en pensant que les innovations technologiques ne modifient que l'offre"* (NGR, 1971, p. 67). L'impact d'une innovation technologique sur le processus économique consisterait donc à la fois en un réarrangement industriel (recherche d'efficacité et d'optimisation dans le fonctionnement d'une organisation), et en une réorientation des consommateurs, souvent aussi en un changement structurel de la société.

De même, ajoute NGR, l'innovation est étroitement corrélée à l'exploitation intensive de la basse entropie. La relation de cause à effet entre l'innovation et l'exploitation de la basse entropie, soulignée précédemment, confirmerait selon NGR, un fait assez élémentaire : à savoir que les grands bonds du progrès technologique ont généralement été déclenchés par la découverte et la maîtrise d'une nouvelle forme d'énergie accessible. Dans le même temps, un grand bond dans le progrès technologique ne peut se matérialiser sans que cette innovation soit suivie d'une grande expansion de l'extraction minière : *« [si] les découvertes de minerais ont présenté une proportion substantielle de ressources facilement accessibles. Cette exceptionnelle prospérité a suffi par elle-même à abaisser le coût réel de l'extraction des ressources minérales de leurs gisements de surface. L'énergie issue des combustibles fossiles devenant ainsi meilleur marché, les innovations de substitution ont entraîné une baisse de la part du travail dans le produit net. Le capital a également évolué vers des formes qui coûtent moins, mais utilisent davantage d'énergie pour atteindre le même résultat »* (NGR, 1979, p. 70).

Production, organisation et énergie

L'organisation de la production s'avère indispensable aux yeux de NGR pour contenir et contrôler à la fois la nature (et plus particulièrement ses flux énergétiques) et les périodes d'oisiveté des facteurs de production. En effet, comme nous l'avons précisé précédemment, et à la lumière des textes écrits par NGR à partir du milieu des années 70, le processus économique est entropique (il transforme des matières et de l'énergie de basse entropie en matières et énergie de haute entropie). De même, si l'énergie libre à laquelle l'homme peut avoir accès, vient de deux sources distinctes (la première d'entre elles est un stock le stock d'énergie libre des dépôts minéraux situés dans les entrailles de la terre, la seconde est un flux, le flux du rayonnement solaire intercepté par la terre), il convient de relever plusieurs différences entre ces deux sources.

Une première différence réside dans le contrôle des sources énergétiques. Si l'homme a une maîtrise presque complète de la dot terrestre : *« il serait même concevable qu'il l'épuisât en une seule année »* (NGR, 1979, p. 31), il n'a pas le contrôle du flux du rayonnement solaire. Il ne peut pas davantage utiliser maintenant les flux d'énergie à venir. Une seconde différence concerne le rôle spécifique des deux sources d'énergie. Seule la source terrestre fournit les matériaux de basse entropie avec lesquels les industriels fabriquent les biens de consommation. En revanche, le rayonnement solaire est la source première de toute vie sur terre qui dépend de la photosynthèse chlorophyllienne. Le stock terrestre est enfin une piètre source au regard de celle constituée par le soleil (source d'énergie qui aux yeux de NGR, durera encore quelques milliards d'années). Une troisième différence concerne le degré de nuisance de ces deux sources d'énergie. L'énergie solaire a un énorme avantage : *« Elle est exempte de pollution.... Elle se transforme en chaleur ambiante qui maintient l'équilibre thermodynamique entre le globe et l'espace extérieur à une température favorable »*

(NGR, 1995, p. 121). L'utilisation de l'énergie terrestre produit quant à elle une pollution nuisible qui est en outre irréductible et par conséquent cumulative.

S'agissant du problème de l'oisiveté des facteurs de production, NGR (1970, 1971) cherche à repenser la fonction de production en termes d'arrangement. Deux, puis trois alternatives sont ainsi avancées.

La première revient à lancer plusieurs processus simultanément, puis à répéter l'opération lorsqu'ils sont arrivés à terme (exemple de la cuisson de plusieurs pains dans le même four). *C'est l'arrangement en parallèle*. NGR note cependant qu'étant donné que la plupart des facteurs de fonds seront utilisés dans un montant n fois plus important que dans un processus élémentaire, l'oisiveté de chaque facteur de fonds sera ipso facto amplifié par n . Il n'y a donc aucun gain réel à mettre en place un tel arrangement.

La seconde implique que les processus élémentaires soient mis en oeuvre les uns après les autres afin d'éviter tout chevauchement dans le temps. *C'est l'arrangement en série*. Le nombre de biens demandés correspond à leur temps de production ou le dépasse. Il s'agissait autrefois de l'artisanat. Ce type d'agencement n'a pas disparu et s'applique encore à la construction navale, aux ponts, aux nouvelles usines... Cependant, c'est la faiblesse de la demande qui suscite de l'oisiveté : *" Le facteur humain peut trouver un emploi uniquement en bougeant périodiquement vers d'autres lignes de production - à l'instar des milliers de paysans le faisait en cherchant un emploi dans les villes pendant la période d'oisiveté de la ferme. Mais cet emploi saisonnier dépend aussi de l'existence d'une demande"* (NGR, 1971, p. 237),

La troisième alternative implique enfin que le temps de production soit divisé en intervalles égaux. C'est le processus en ligne : *" Si le nombre de processus élémentaire est suffisamment grands et toutes les périodes pendant lesquelles chaque fonds rend service sont commensurable avec le temps de production, alors il y a un nombre minimum de processus élémentaire qui peut être arranger en ligne de telle façon que chaque fonds soit employé "* (NGR, 1971, p. 238). Cette situation caractérise les chaînes d'assemblage dans lesquelles chaque travailleur se déplace sans interruption d'un processus élémentaire à l'autre, et décrit parfaitement bien le système de production en usine (l'usine serait à la fois le lieu où l'économie de temps et la consommation d'énergie attendraient leur maximum). Cette perspective est intéressante puisqu'elle requiert de déterminer la représentation analytique d'un *"système usinier"*. Si la minimisation de l'oisiveté est l'objectif principal assigné à chaque processus de production, reste cependant maintenant à rechercher les formes institutionnelles qui s'y rattachent. La démarche mécanique des modèles standards doit en effet faire place à une étude sociale, culturelle et historique des différentes formes d'organisation de la production.

NGR va nourrir cette réflexion sur le processus de production en comparant deux formes d'organisation de la production : l'exploitation industrielle (ou système usinier) et l'exploitation agricole.

- L'usine " is such a familiar object nowadays...that we are apt to lose sight of two essential facts : first, that the factory system of production represents one of the greatest economic inventions in history, and second that the system is not...applicable to all production sectors" (1969, p. 515). NGR se détache ainsi de la conception technologique et " ingénieuse " de l'usine, et du même coup de l'approche de Thorstein Veblen (1948). L'usine est assimilée à une innovation économique et non à une innovation technologique. Dans ces conditions, l'économie de temps réalisée grâce au système usinier est obtenue indépendamment de toute technologie et son apparition est liée à une demande croissante : "we may be told that the factory system was a creation of the industrial revolution, that is, of the mass of technological innovations of the eighteenth century and thereafter. In my opinion, the causal relationship is the reverse : the factory system, which had already begun to be practiced in the old craft shops because of an increased demand, was one of the main factors that spurred the technological innovations" (1971, p 248). NGR se place de la sorte dans la lignée d'Adam Smith lorsque ce dernier rend l'élargissement du marché responsable de la division du travail¹⁴¹. Il reprend également l'idée que celle-ci empêche la " flânerie " des travailleurs¹⁴² mais aussi de l'ensemble des autres fonds : " no agent remains idle while the production process goes on" (1974, p. 538). L'arrangement en ligne confère une maîtrise du temps de production en éliminant l'oisiveté, un "gaspillage économique pesant" (1986, p 257), synonyme d'inefficacité économique.

Néanmoins, et c'est là un apport de la pensée de NGR, son application n'est pas automatique, c'est-à-dire généralisable à tout secteur, à l'instar de l'agriculture et d'autres activités saisonnières comme le bâtiment et le tourisme (1971, note de bas de page 60, p. 251). D'autres limites à son extension existent. Ainsi, l'environnement économique matérialisé par une demande suffisante est une condition d'application du système usinier. Prenons le cas d'une simple demande, référons-nous à la production de tables. Si seulement une table est demandée durant un intervalle de temps plus grand ou égal à la période correspondante de la production T, la production sera réalisée par des processus partiels en série. Dans ce cas, on ne peut éviter l'oisiveté du rabot du menuisier... à moins que le même facteur de fonds puisse être employé dans la production d'autres biens pour lesquels il y a une demande suffisante.

NGR ajoute une autre condition plus technique : " if number of the elementary processes is sufficiently large and all periods during which each fund factor renders services

¹⁴¹ " And from all one can judge, Adam Smith seems to have had in mind this causal order in his argument relating the division of labor to demand " (NGR, 1972, p. 285).

¹⁴² " Ordinairement, un homme perd un peu de son temps en passant d'une besogne à une autre. Quand il commence à se mettre à ce nouveau travail, il est rare qu'il soit d'abord bien en train ; il n'a pas, comme on dit le cœur à l'ouvrage, et pendant quelques moments il niaise plutôt qu'il ne travaille de bon cœur. Cette habitude de flâner et de travailler sans application et avec nonchalance, est naturelle à l'ouvrier de la campagne, ou plutôt il la contracte nécessairement en étant obligé de changer d'ouvrage et d'outils à chaque demi-heure et de mettre la main chaque jour de sa vie à vingt besognes différentes ; elle le rend presque toujours paresseux et incapable d'un travail sérieux et appliqué, même dans les occasions où il est le plus pressé d'ouvrage " (Smith, 1776, p 43-44).

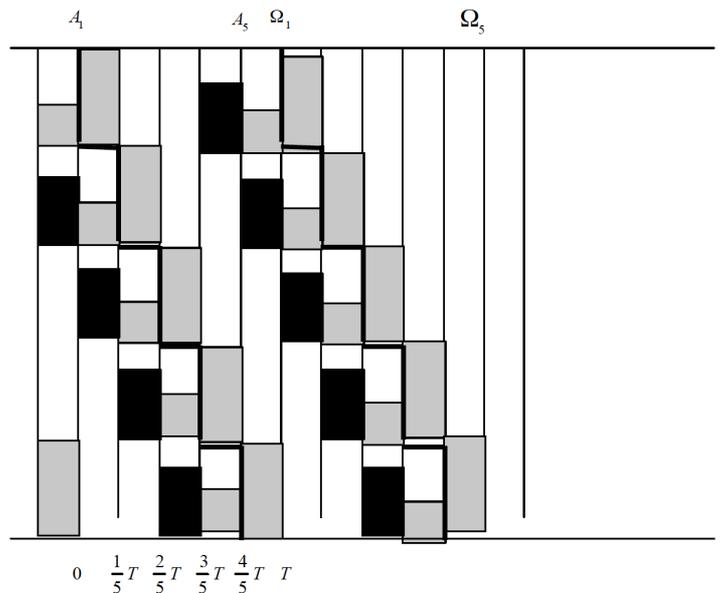
are commensurable with the time of production, then there is a minimum number of elementary processes that can be arranged in line so that every fund factor is continuously employed " (1971, p. 238). Dès lors les fonds doivent être mobiles pour assurer la fluidité du processus productif. La continuité d'un tel processus nécessite alors un état satisfaisant. Que l'on pense à une chaîne de montage, une rupture suffit pour stopper le processus ou créer des déséquilibres, et donc un retour de l'oisiveté tant combattu. Même une machine qui potentiellement peut fonctionner 24 heures sur 24 à l'encontre du fonds " humain ", s'use. Elle doit donc subir des réparations, des contrôles de sorte que son efficacité soit assurée. Cette condition nécessiterait, in fine, l'analyse de l'ensemble du système économique. En effet, l'entretien d'un outil exige à son tour un autre outil etc... *"The initial process has then to be expanded until the household process of almost every worker and practically every production line in the world are included in it"*. Les frontières analytiques sont alors explosives et il semble alors impossible d'examiner la dynamique des éléments formant le tout. Aussi un compromis est nécessaire, *"It consists of admitting that maintenance may be achieved in part also through services brought in from outside and ignoring the daily wear and tear of the worker (which in fact is always restored outside, in the household)"* (1971, p. 230). Le contrôle du temps de production requiert la présence de fonds de processus (*" process funds "* 1971, p. 239). Leur rôle est "fondamental". Ils sont, en effet, indispensables au redémarrage de l'usine. La boîte à musique ne peut, après un arrêt, à nouveau fonctionner sans difficulté, si elle est convenablement entretenue. *" A factory system is like a music box, which starts to play the moment it is closed. Of course, if laid idle for a long period of time, any factory would need some additional work to remove the damage done by the Entropy law "* (1971, p. 240).

En ce qui concerne la nature, là aussi le contrôle est de premier ordre. La source de basse entropie, qui a été exploitée à partir de la révolution industrielle, est l'énergie fossile. Néanmoins, il faut souligner la condition énergétique de l'extraordinaire succès du système usinier. En effet, c'est l'abondance de l'énergie fossile qui a permis cette dynamique aussi rapide de la production. NGR s'inquiète alors des conséquences de leur épuisement et s'interroge sur les remplaçants du pétrole. Le nucléaire ne trouvant pas grâce à ses yeux, du fait d'un risque élevé. L'exploitation de ces stocks d'énergies fossiles - *" de ce réservoir "* écrivait Sadi Carnot (1824, p.1-2) - a permis au rythme de production de s'autonomiser des rythmes naturels. *"Nous sommes libres de l'utiliser intégralement aujourd'hui (théoriquement du moins) ou bien sur des siècles"* (NGR, 1975, p. 117). En retour, cet apparent affranchissement des contraintes naturelles se paie par de nouvelles contraintes environnementales : la demande du marché, l'épuisement des ressources naturelles et les phénomènes de pollution (NGR note en effet que *"l'utilisation de n'importe quelle énergie terrestre produit une pollution nuisible qui est, en outre, irréductible et par conséquent cumulative, fût-ce la seule pollution thermique. En revanche, toute utilisation d'énergie solaire est exempte de pollution. Car, utilisée ou non, le sort ultime de cette énergie est le même : elle se transforme en chaleur ambiante qui*

maintient l'équilibre thermodynamique entre le globe et l'espace extérieur à une température favorable " (1975, p. 121). NGR (1969, p. 517) aboutit à une représentation du système usinier (figure 3).

Ce processus implique seulement deux fonds : deux équipes d'ouvriers. Le service rendu par ces facteurs apparaît sous la forme des surfaces ombragées. A l'intérieur de l'intervalle de temps $(0, T)$, il y a 5 processus commençant aux lignes $0, 1/5 T, 2/5 T, 3/5 T, 4/5 T$. Ces cinq processus sont délimités par les séquences (A_1, A_5) et (Ω_1, Ω_5) . 10 ouvriers dans la première équipe et 5 dans la seconde sont déplacés d'un processus à l'autre. C'est cette organisation qui caractérise le système usinier. On constate ainsi la totale absence de flânerie des ouvriers : « *Obviously, this arrangement represents the factory system, where every tool and every worker shifts from one elementary process to the next as soon as they have performed their services in the first. No tool and no worker is thus idle during the time when the process of the whole factory goes on "* (NGR, 1971, p. 238).

Figure 3 : Le système usinier



- L'exploitation agricole fait référence à des travaux plus anciens. Dans un article intitulé "*Economic Theory and Agrarian Theory*" (1960), Georgescu-Roegen s'interrogeait déjà sur ce qui faisait la spécificité d'une économie agraire. Par ce terme, il entendait non seulement une économie agricole, mais également une économie surpeuplée. Soucieux de l'avenir de son pays de naissance, la Roumanie (confrontée à un problème d'économie de subsistance tel qu'il a été décrit par Malthus) et fort de son expérience d'économiste à la Harvard University, ne pouvait que constater l'inefficacité des théories orthodoxes à appréhender la réalité des pays surpeuplés et agricoles. "*Romania was at that time a struggling, overpopulated, peasant - dominated culture and economy... And as I came to learn the economics professed in the capitalist world, I was struck by the claims of that discipline that it was a representative guide not only for capitalism but for*

absolutely all economic conditions. It was evident to me that standard economics could not represent an agrarian economy, and hence could not be a guide for it " (NGR, 1992, p. 129). Il est vrai, que ces théories ont été construites et développées pour comprendre le fonctionnement et l'organisation des économies capitalistes (en l'occurrence le système usinier) et que dans ces conditions, rien de surprenant à ce que ces outils soient inappropriés pour décrire une économie agricole. Reste cependant une économie agraire sans réalité théorique, ce qui est plus ou moins gênant pour celui qui voudrait faire des propositions de politique économique. Même désenchantement du côté du marxisme, NGR note que la question agraire, et plus précisément la place du paysan, a été abordée avec un certain mépris par Karl Marx lui-même : *"Dans la sphère de l'agriculture, la grande industrie agit plus révolutionnairement que partout ailleurs en ce sens qu'elle fait disparaître le paysan, le rempart de l'ancienne société, et lui substitue le salarié. Les besoins de transformation sociale et la lutte des classes sont ainsi ramenés dans les campagnes au même niveau que dans les villes"* (Marx, 1867, p. 362).

Devant l'incapacité des modèles néoclassique et marxiste à formuler une théorie pour des économies non-capitalistes, NGR fait alors un retour sur la doctrine des Narodniki (populistes agrariens) et les travaux du statisticien russe Chayanov afin de présenter les caractéristiques d'une économie paysanne à partir de ses institutions sociales.

A un premier niveau institutionnel, on retrouve la cellule familiale, déjà évoquée par Chayanov : *"Of all the attitudes prevailing among peasant societies, one alone poses a really difficult problem which we are becoming increasingly aware : it is the desire of the peasant to raise a family as large as it might come... large family can exist only where there is also a high fertility"* (1965, p. 224). S'appuyant sur les études de Arensberg et Kimball (1940), Georgescu-Roegen avance deux raisons susceptibles d'expliquer la "fertilité" de cette machine de travail familiale :

La première explication insiste sur le rôle tenu par la loi des rendements dans une communauté qui redistribue continuellement sa terre afin de maintenir une certaine égalité entre tous les ménages (ratio terre/individu identique). Du point de vue du village, la terre est devenue rare bien avant que l'institution d'une redistribution égalitaire de la terre n'apparaisse. Dans ces conditions, *"in the villages practicing this sort of redistribution the size of the economic unit of every household must have been well below the optimum size, i.e, every economic unit was operated at a size where the returns to an additional dose of land and labor were increasing "* (NGR, 1965, p. 225). Une augmentation de la taille d'une famille a ainsi deux conséquences : dans un premier temps, le revenu par tête de cette famille s'élève suite aux rendements croissants d'une unité supplémentaire de terre et de travail, dans un second temps, ce même revenu diminue dans chaque famille, qui n'a pas cru, parce que la terre lui a été enlevée pour être donnée à d'autres.

La deuxième explication insiste sur les caractéristiques spécifiques du processus de production agricole. Le caractère inépuisable du flux énergétique solaire se paie,

contraintes fortes sur les conditions de production, rythmes de production très irréguliers du fait des saisons et durée imposée du processus (il s'agit ici du processus en parallèle), du fait de l'impossibilité d'agir sur le temps de gestation des êtres vivants Or, quand pour l'essentiel les travaux agricoles se font mutuellement, la famille paysanne est plus efficace pendant la courte période que dure la récolte si elle comprend beaucoup d'enfants en âge de travailler. Cette réalité est d'autant plus vraie qu'elle fait référence à des périodes de récoltes exceptionnelles organisées autour d'une relative division du travail : *" To bring in all the grain safely and as quickly as possible necessitates a multiple division of labor ... In these circumstances, a small family cannot take full advantage of a bumper crop because it cannot provide the required division of labor "* (NGR, 1965, p. 225). Ainsi le fameux adage *"if you don't have [many] children, you are no good "* signifierait tout simplement selon que la rationalité du paysan d'avoir une grande famille ne serait pas différente de la volonté de l'industriel moderne d'avoir une capacité excédentaire afin de faire face à une augmentation de la demande.

A un deuxième niveau institutionnel, l'organisation de la production agraire est liée à la notion de communauté paysanne (le village) dans laquelle elle puise les principes culturels, sociaux et historiques de son propre épanouissement. Mettant en parallèle les frontières du processus agricole et l'étude du comportement des paysans, NGR définit le village comme une entité sociale délimitée et indivisible : *« In all economic respects, not only in respect of production, the village is not a granular mass of households, much less of individuals, loosely connected through anonymous markets, factories, banks, or others similar urban institutions... On the contrary, it is an indivisible social and economic whole -an organized and self-acting unit »* (1965, p. 206). Le sentiment d'unité qui préfigure dans un village reposerait d'une part sur la volonté de coopérer des paysans, l'instinct grégaire de Thorstein Veblen, *"The tap root of the village spirit of unity must be that instinct which man shares with many other living creatures, the cooperation or, as Veblen preferred to call it, the gregarious instinct "* (NGR, 1965, p. 207) et d'autre part sur un ensemble de règles de conduite (redistribution périodiques des terres, tradition orale, respect de la personne, ...) que la communauté villageoise aurait développé elle-même sur le temps.

Face à la croissance de la cellule familiale et à la pression démographique, le village ne peut cependant survivre sans une tendance prononcée pour la stabilité. Cette dernière reposerait sur la tradition orale, elle-même tributaire de la capacité du village à limiter sa taille. En effet, dans le cas d'une croissance de la population, les paysans vont d'abord chercher à augmenter les ressources du village grâce à la technologie (il s'agit ainsi de repousser les frontières du processus et d'optimiser la taille du village), puis ensuite créer de nouveaux villages par l'intermédiaire de migrations : *"As population pressure approached the critical level, one group of the village community migrated and founded a new village on a nearby site...migration has at all times constituted the last resort of the village community in avoiding overpopulation.....the peasant first bent their efforts to discover means by which the village resources could be made more productive so*

that people may not have to migrate” (NGR, 1965, p. 207). Ainsi le problème agrarien est bien un problème de population comme le soulignait déjà Chayanov dès 1923, et les thèses malthusiennes seraient toujours d’actualité.

Quelques conclusions en matière d’articulation des deux mondes

Il est toujours difficile pour le lecteur, après autant de digressions, de cerner les liens entre décroissance et énergie. Nous voudrions donc conclure ce premier point en abordant l’articulation des deux mondes, agricole et urbain, matérialisée par les différents modes d’organisation de la production (système usinier et exploitation agricole). Comme nous l’avons montré ci-dessus, le fait que l’agriculture et l’industrie n’obéissent pas aux mêmes lois se traduisait par le constat suivant : Homo Agricola et Homo Faber n’obéissent pas aux mêmes comportements. Ces deux mondes ne sont toutefois pas isolés. Ils entretiennent des relations de domination. On retrouve ici l’idée du conflit d’intérêt entre la ville et la campagne, déjà présente dans l’œuvre de Marx (1867). Toutefois, contrairement à Marx qui renvoie ces maux au mode de production capitaliste, NGR préfère insister sur les spécificités des deux mondes, et plus particulièrement sur la subordination du monde rural au monde urbain. Ce faisant, il fait référence à la sociologie et à la biologie pour expliquer l’inégalité sociale. Cette dernière est inhérente à l’espèce humaine, constituée en société et non plus en clan ou en famille, qui lutte pour s’approprier une place privilégiée dans le processus productif et détenir ainsi les objets (exosomatiques) fournis par l’industrie : “ *Exosomatic instruments not being a natural, indissoluble property of the individual person, the advantage derived from their perfection became the basis of inequality between the various members of the human species as well as between different communities* ” (1971, p. 308).

Selon Georgescu-Roegen, l’évolution exosomatique a d’abord créé une division sociale qui engendra le conflit concernant la question : *qui descendra au fond de la mine et qui en dirigerait les opérations, d’habitude, de son bureau ?* “ le conflit autour de la distribution des instruments exosomatiques et de leurs produits a suivi la division établie par les besoins de la production organisée. Ainsi, l’évolution exosomatique a d’abord créé une division sociale qui engendra le conflit concernant la question : *qui descendra au fond de la mine et qui en dirigerait les opérations, d’habitude, de son bureau ?* ” (NGR, 1978, p. 346). De plus, les élites ne sont ni des travailleurs manuels, ni des paysans : « *Briefly, no elite has ever considered only of persons performing productive services, whether workers or peasants* » (NGR, 1971, p. 312), ni mêmes originaires de la ville : « *It should be obvious then why every elite has emerged from and has remained associated with the town community. The countryside is hardly the place for the development of those arts which, as Xenophon said, are sustained by agriculture. The progress of these arts requires the commercial and intellectual intercourse that only a busy place such as the town can provide* » (NGR, 1971, p. 312). Ainsi les villes, bien que dépendante des campagnes pour la fourniture de biens de subsistance, les dominent. La pression

pour obtenir de la nourriture à bon marché s'accroît d'autant que le désir de consommer des nouveaux biens issus de l'industrie accompagne la hausse du revenu des élites.

Cependant cette évolution est contrainte par la démographie et les lois de la thermodynamique. Le développement aurait entretenu une croissance démographique ayant pour unique conséquence d'accentuer la lutte pour la nourriture, d'où un retour sur les thèses malthusiennes. La croissance démographique est commune aux deux mondes, toutefois la campagne seule ne peut plus répondre aux besoins de la ville. " *In the contemporary era, however, the peasant economy has come to a crisis that the village alone can no longer solve. The Entropy Law makes the crisis inevitable : the population explosion has only speeded its coming. But leaving aside the population explosion - which which is a biological rather than a economic phenomom- we can easily see that the crisis stems from the scarcity of land - about which we can do rather little - and form the qualitative deterioration of agricultural land through millenary use with manuring only* " (NGR, 1971, p. 525). La solution préconisée consisterait donc à rechercher une mécanisation de l'agriculture, inévitable pour l'avenir des peuples, mais " *anti-économique à long terme* ", eu égard aux phénomènes d'entropie. Les " *chicken factories* " ont fait leur apparition. L'agriculture moderne utilise de plus en plus d'engrais artificiels et consomme des quantités croissantes d'énergie fossile. NGR (1970, p. 58) peut donc légitimement parler de l'avènement de " *la phase industrielle* " de l'humanité. Cette dernière accélérerait la production du sol car le recours à l'énergie solaire, cette énergie " *éternelle* " ne peut nourrir 5 milliards de personnes.

La collaboration se substituerait donc à la domination. La ville, devra pour le bien de tous, aider l'économie de la campagne en s'adaptant à ses spécificités et en évitant la fourniture de biens à des prix reflétant celui de la ville. Les fonds doivent s'adapter à la nature des outils exosomatiques. Il ne s'agit donc pas de lui fournir des tracteurs géants. Une modification des valeurs sera nécessaire. En effet, l'objectif de la production citadine sera la création d'un surplus destiné à la campagne. Une armée de paix sera l'outil éducatif de cette collaboration. Ce dernier nécessitera une réduction de la consommation de biens de luxe ainsi qu'une croissance du temps de travail. Dans cette vision fataliste de l'évolution du monde, la campagne devrait progressivement s'aligner sur le processus industriel, ce qui ne peut qu'accroître la rareté des ressources. Cela semble inévitable du fait des besoins de nourriture, et ce d'autant plus que NGR étend cette analyse aux relations entre les pays en développement et les pays industrialisés. En effet les lois de la thermodynamique sont universelles, et la solution énergétique (Prométhée 3) n'a pas encore été trouvée.

L'énergie, un combat pour la vie et un programme bioéconomique : Reconceptualisation

Si les lois de la thermodynamique constituent chez NGR des « méta lois » auxquelles les hommes ne peuvent échapper, celles de la biologie vont s'avérer déterminantes sans être déterministes. En effet, comme toutes les autres espèces naturelles, l'homme a toujours utilisé ses organes biologiques afin de puiser de la basse entropie dans l'environnement : « *The truth is that every living organism strive only to maintain its own entropy constant. To the extent to which it achieves this, it does so by sucking low entropy from the environment to compensate for the entropy to which, like every material structure, the organism is continuously subject. But the entropy of the entire system -consisting of the organism and its environment- must increase. Actually, the entropy of a system must increase faster if life is present than if it is absent* » (NGR, 1976, p. 55). De tels organes propres à chaque espèce vivante, sont selon la terminologie d'Alfred Lotka (1945, 1956), des organes endosomatiques. Mais progressivement, les êtres humains se sont distingués de la plupart des animaux en faisant appel à d'autres instruments qualifiés d'exosomatiques : « *The one outstanding exception is the human species. Here evolution, especially in more recent times, has followed an entirely new path. In place of slow adaptation of anatomical structure and physiological function in successive generations by selective survival, increased adaptation has been achieved by the incomparably more rapid development of « artificial » aids to our native receptor-effector apparatus, in a process that might be termed exosomatic evolution* » (Lotka, 1945, p. 188).

Avec ces organes détachables, principalement des outils et des équipements techniques, l'espèce humaine est parvenue à accomplir de nombreuses réalisations. Les organes exosomatiques sont même devenus aussi vitaux que les organes endosomatiques ; les hommes en sont largement dépendants voire intoxiqués. Le processus économique apparaît ainsi comme une extension de l'évolution endosomatique, en d'autres termes, comme la continuation de l'évolution biologique : « *The institutions of the market, money, credit and enterprises of all sorts emerged in response of the progressive évolution of the exosomatiques nature of homo sapiens. Mankind's mode of existence is dominated neither by biology nor by economics. It is instead a complex bio economic web, and in this web the crucial factor is production - the mushrooming production of exosomatic instruments*» (NGR, 1986, p. 249). Ce point est fondamental car il est à l'origine de l'approche bioéconomique du processus économique : « *the term is intended to make us bear in mind continuously the biological origin of the economic process and thus spotlights the problem of mankind existence with a limited store of accessible resources, unevenly located and unequally appropriated* » (NGR, 1977b, p. 361).

En nous révélant la vraie nature du processus économique (le processus économique serait une continuation du processus biologique), la biologie permet de tirer une série de conséquences plus ou moins fâcheuses et irrémédiables pour l'humanité :

- La première souligne l'état de dépendance du genre humain vis à vis du confort offert par les organes exosomatiques, mais également vis à vis du plaisir relatif à la consommation de masse « *the pleasure derived from extravagant gadgetry and mammoth contraptions* » (NGR, 1977b, p. 363). Cette évolution exosomatique de l'espèce humaine, déjà évoquée par Alfred Lotka (1945, p. 190) - « *People's appetite for food is limited. Their appetite for automobiles, radios, fur coats, jewelry, actually seems to follow the rule of the French proverb l'appétit vient en mangeant* » - se révèle particulièrement dangereuse étant donné qu'elle s'accompagne d'une production croissante de technologies à partir de quantités d'énergie et de matières premières puisées dans les entrailles de la terre. Ainsi, en vertu des principes de la thermodynamique (loi de l'entropie) et du fait que les quantités d'énergie et de matières accessibles sont nécessairement finies, on peut avancer que les activités industrielles ont participé à la raréfaction absolue des dotations terrestres de basse entropie : « *Man thus became a geological agent, an activity which nowadays is most strikingly illustrated by the monstrous gash of open-pit-mines. And because the Earth is undoubtedly finite, the third predicament of man's exosomatic nature is the scarcity of natural resources* » (NGR, 1986, p. 252). Un jour ou l'autre, nous rappelle NGR, la croissance (la grande obsession de l'économie standard) touchera à sa fin. En effet, pour produire les organes exosomatiques, les hommes doivent employer des ressources en énergie et en minerais, une concurrence s'établira entre les "choses mortes" et les êtres vivants. « *Chaque fois que nous produisons une voiture, nous détruisons irrévocablement une quantité de basse entropie qui, autrement, pourrait être utilisée pour fabriquer une charrue ou une bêche. Autrement dit, chaque fois que nous produisons une voiture, nous le faisons au prix d'une baisse du nombre de vies humaines à venir* » (NGR, 1995, p. 67).

- La deuxième conséquence souligne, que comme toute évolution organique, l'évolution exosomatique a divisé l'humanité en espèces exosomatiques aussi différentes que les espèces biologiques. Cependant, contrairement aux espèces biologiques qui peuvent fusionner sans le moindre obstacle, le cas des espèces exosomatiques est plus problématique. La distinction entre l'Homo Indicus et l'Homo Americanus, nous explique NGR est beaucoup plus profonde et plus solide que celle qui sépare les espèces biologiques. Ainsi si l'Europe et le Japon ont connu un redressement aussi spectaculaire après la seconde guerre mondiale, c'est qu'ils appartenaient à la même espèce exosomatique que les Etats Unis, leur principal fournisseur d'équipements. La plupart des pays en développement appartiennent quant à eux à des espèces exosomatiques différentes. En d'autres termes, notre compréhension étroite du processus économique aurait quelque peu biaisé l'amélioration des instruments exosomatiques déjà en usage dans ces pays : « *Un Homo Indicus criait à l'aide après que son âne soit tombé dans un fossé et se soit cassé une patte. Suivant, le conseil de ses autorités économiques, l'Homo americanus se précipita avec un pneu à carcasse radiale pour réparer la panne du véhicule* » (NGR, 1978, p. 343). Toutes les innovations ne sont donc pas une réussite ou n'arrivent pas toujours "à point

nommé ». NGR (1976) note d'ailleurs à ce sujet qu'aucune innovation ne pourra indéfiniment réussir à garantir l'accessibilité des ressources.

- Cette évolution exosomatique a enfin engendré des conflits sociaux dans les sociétés humaines. Un oiseau souligne NGR vole de ses propres ailes, attrape des insectes avec son propre bec, c'est à dire avec ses organes endosomatiques. Comme ces derniers sont la propriété privée de chaque individu, ils ne peuvent faire l'objet d'un véritable conflit. L'espèce humaine échappe cependant à ce principe. L'homme a en effet utilisé les organes endosomatiques de ses congénères (esclavage, servage) ainsi que domestiqué certains animaux (boeufs, chevaux) afin de se libérer des contraintes de la nature. Ces actes ont débouché sur des conflits, mais pas nécessairement des conflits sociaux. Les conflits sociaux apparurent d'une part, à partir du moment où les moyens de production furent séparés du corps de l'homme (existence d'organes exosomatiques), d'autre part lorsque leur production et leur utilisation ne furent plus confinées au cercle de la famille ou d'un clan familial. A ce moment-là note NGR, « *les instincts de l'homme, d'habileté professionnelle ou de curiosité gratuite, ont peu à peu mis au point des instruments exosomatiques capables de produire davantage que ce dont le clan familial avait besoin. En outre, ces nouveaux instruments, par exemple un grand bateau de pêche ou un moulin, demandaient aussi bien pour leur construction que pour leur fonctionnement, plus de bras qu'un seul clan familial ne pouvait en fournir. C'est à cette époque que la production pris la forme d'une activité sociale plutôt qu'une activité de clan* » (1969, p. 101). Dans le même temps, la division du travail, nécessaire pour organiser la production ne fût réalisée, ni en fonction d'un quelconque rôle déterminé dès la naissance pour chacun de ses membres, comme c'est le cas dans la ruche ou la fourmilière, ni en fonction des divers talents de chacun, mais en accord avec les rôles requis par l'organisation sociale : « *Production thus became a social enterprise, which has to be well planned, set in motion at the opportune moment, and directed and closely supervised thereafter. These new tasks created a division not of labour in the sense of Adam Smith (which certainly was already at work), but a role in the production process and the social organization* » (NGR, 1986, p. 250). Cette division sociale reposerait sur la distinction entre deux catégories de membres de la société : les gouvernés et les gouvernants, encore appelés « *élite privilégiée* ». La première catégorie fournit des services ayant une mesure objective (les maçons peuvent en effet compter combien de briques ont été posées). La seconde catégorie regroupe des services sans mesure objective (on ne peut en effet mesurer le travail physique des juristes, des avocats...). Dans ce contexte, souligne Nicholas Georgescu-Roegen, il est toujours possible pour les gouvernants d'exagérer l'importance de leur travail et de s'en servir pour affirmer leur supériorité et leur domination sur les autres membres de la société. On voit ainsi, que le conflit social (lui-même issu de la division du travail) dans les sociétés humaines n'existe que parce que l'espèce humaine en est arrivée à vivre en société par évolution exosomatique et non endosomatique : « *Nothing in the soma of a newborn human determines his future role. Later, he may become a*

ricksha man just as well as a mandarin. And the rub is that, in contrast with the ant doorkeeper, a ricksha man would like to be a mandarin and, as a part of his ordinary efforts, would struggle to exchange roles" (NGR, 1977b, p. 366). Un conflit social qui fera malheureusement partie du lot de l'humanité aussi longtemps que le mode de vie des sociétés humaines (capitalistes) dépendra de la production à grande échelle d'instruments exosomatiques. Pour retarder le plus possible l'arrivée de l'inéluctable, Georgescu-Roegen préconise, pour le Tiers-Monde et pour tous les pays industrialisés, une politique conservatrice qualifiée de « *programme bio-économique minimal* ».

D'une certaine manière, ce programme appelle à repenser complètement le développement de l'ensemble de l'humanité en établissant une étroite corrélation entre les sciences économiques et sociales, et les sciences de la vie et de la terre¹⁴³. NGR a ainsi cherché à substituer une position normative fondée sur l'irréversibilité et l'entropie, à la position orthodoxe s'appuyant sur la réversibilité et la mécanique.

Contrairement à l'économie politique qui ne précise pas qu'elle « *considère l'administration des ressources rares seulement pendant l'horizon économique d'une génération* » (NGR, 1978, p. 374) et au modèle analytique standard dans lequel "*chaque génération peut utiliser autant de ressources terrestres et produire autant de pollution que son enchère seule en décide*" (NGR, 1995, p. 126), NGR entend définir un programme bioéconomique qui concerne l'affectation des ressources dans l'intérêt, non pas d'une seule génération, mais de toutes les générations. Ainsi dans le cas de l'incertitude historique, pour laquelle nous ne pouvons établir aucune distribution quantitative, le principe qui doit nous conduire est celui « *de minimiser les regrets futurs* ». Le programme bioéconomique suggéré par NGR repose sur huit points :

- (1) l'interdiction de la guerre et de la production de tous les instruments de guerre ;
- (2) l'aide aux nations sous-développées pour qu'elles puissent parvenir aussi vite que possible à une existence digne d'être vécue mais dénuée de luxe ;
- (3) la diminution de la population jusqu'à un niveau où une agriculture organique suffirait à la nourrir convenablement ;
- (4) une réglementation destinée à éviter tout gaspillage d'énergie (excès de chauffage, de climatisation, de vitesse, d'éclairage...);

¹⁴³ C'est également ce que suggère René Passet (1979, 2010, 2012) dans sa quête d'une bioéconomie transdisciplinaire. Par bioéconomie, Passet entend « *une démarche qui ouvre l'économie sur la biosphère dont elle ne constitue qu'un sous-système -, et non point l'intégration dans une logique strictement économique qui l'engloberait* » (2010, p. 896). L'économie doit forger ses outils et son cadre de réflexion dans la logique du milieu naturel : précise que « *le discours sur la vie nous apprend à situer l'économie dans le prolongement d'un double mouvement général : - de lutte contre l'entropie que mènent les organismes afin de maintenir et reproduire leur structure, - et d'évolution complexifiante dont la dimension cosmique n'exclut pas que les comportements y puissent jouer un rôle* » (Passet, 1996, p. 87). Ainsi comme le suggère Dominique Bourg (1996), la bioéconomie ne vise pas à naturaliser les comportements économiques humains, mais à tenir compte de leur insertion dans un contexte naturel aussi bien que social et éthique.

(5) une désintoxication de « *notre soif morbide de gadgets extravagants, si bien illustrés par cet article contradictoire qu'est la voiture de golf, et de splendides mammoths telles les grosses voitures* » (NGR, 1995, p. 133) ;

(6) l'abandon des effets de la mode (« *C'est... un crime bioéconomique que d'acheter une nouvelle voiture chaque année et de réaménager sa maison tous les deux ans* », 1995, p. 134) ;

(7) la nécessité que les marchandises restent durables et réparables ;

(8) la guérison du *cyclondrome 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* » (ibid).

Cette nouvelle orientation éthique s'avère toutefois difficile. En effet, dans le domaine écologique seule la pollution, mal le plus visible, retient le plus l'attention. Or ce programme se fonde sur une véritable modification des valeurs au niveau universel¹⁴⁴ (intégrant même les progrès technologiques). NGR proposera des réglementations qualitatives concernant l'énergie. Ainsi, il faudrait développer la recherche sur le solaire et diffuser les techniques connues pour « *apprendre par la pratique* » (NGR, 1995, p. 132). Dès lors, l'innovation technologique pourrait aider à lutter contre l'épuisement des matériaux (NGR ne cède pas aux sirènes d'un certain scientisme qui peut tout résoudre par avance). La modification du comportement, essentiellement des citoyens, doit aboutir au contrôle de la demande par un contrôle de l'envie : « *Il est grand temps pour nous de ne plus mettre l'accent exclusivement /.../ sur l'accroissement de l'offre. La demande peut aussi jouer un rôle et même, en dernière analyse, un rôle plus grand et plus efficace* » (NGR, 1995, p. 132). En attendant l'hypothétique survenue de Prométhée III - autrement dit, de la technique susceptible de prendre le relais de celle utilisant l'énergie fossile - NGR met en avant toute une série de mesures destinées à réduire les gaspillages, désignant ainsi le recours à l'énergie pour des besoins considérés comme superflus, pour des gadgets et des armes. Pour utiliser le langage de Ivan Illich (1973), NGR préconise la réorientation des sociétés humaines modernes vers "l'austérité joyeuse", entendons par-là, un modèle de société où les besoins sont réduits, mais où la vie sociale est plus riche¹⁴⁵ : « *Le seul moyen de protéger les générations à venir à tout le moins de la consommation excessive des ressources pendant l'abondance actuelle, c'est de nous rééduquer de façon à ressentir quelque sympathie pour les êtres humains futurs de la même façon que nous nous sommes intéressés au bien-être de nos "voisins" contemporains* » (NGR, 1995, p. 129).

Cette recherche d'une meilleure qualité de vie n'est cependant pas garantie et NGR reste très pessimiste sur les chances de réussite d'un tel programme. Il a en effet conscience que son modèle de « décroissance » sera difficile à mettre en œuvre. « *L'humanité voudra t'elle prêter attention à un quelconque programme impliquant des*

¹⁴⁴ Ce n'est pas un retour « à la bougie », rappelle NGR, mais à l'âge du bois.

¹⁴⁵ Ainsi ce qui intéresse NGR, « *c'est la répartition de la dot de l'humanité entre toutes les générations* » (NGR, 1995, p.126).

entraves à son attachement au confort exosomatique ? » (NGR, 1995, p. 135). Tous ses espoirs sont contenus dans la fusion de l'économie et de l'écologie : « l'un des principaux problèmes écologiques posé à l'humanité est celui des rapports entre la qualité de la vie d'une génération à l'autre et plus particulièrement celui de la répartition de la dot de l'humanité entre toutes les générations. La science économique ne peut même pas songer à traiter ce problème. Son objet, comme cela a souvent été expliqué, est l'administration des ressources rares ; mais pour être plus exact, nous devrions ajouter que cette administration ne concerne qu'une seule génération » (NGR, 1979, p. 95). Une fusion qui doit prendre la forme d'un processus d'absorption : l'économie devra être absorbée par l'écologie !

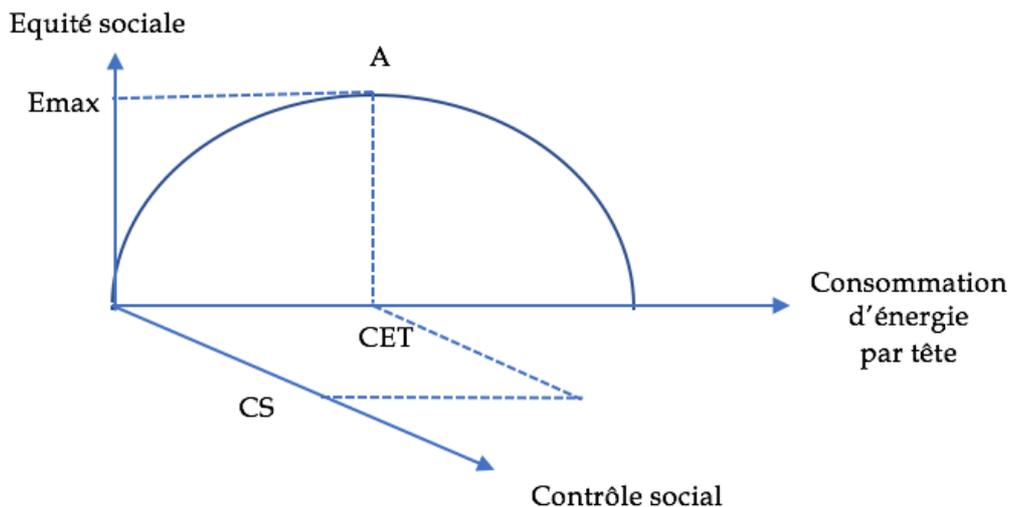
L'énergie et le contrôle social : Restructuration

Malgré leurs vertus, la Réévaluation et la Reconceptualisation de l'énergie au sein du processus de production et dans l'optique d'une baisse radicale de la consommation ne sont pas suffisant pour définir le schéma théorique de la décroissance. La Restructuration nous invite à adapter le processus physique et matériel de la production, les rapports sociaux et les comportements en termes de consommation à des changements de valeurs. Ce point nous semble ici déterminant, il constitue en quelque sorte l'aboutissement du projet utopique de la décroissance. Ivan Illich (1973) y a consacré un ouvrage au titre évocateur « *Energie et équité* ». Ce fascicule de 57 pages est issu des conversations entretenues avec Valentine Booremans et Eduardo Terrazas. Elles ont fait l'objet de longues discussions au CIDOC (Centro Intercultural de Documentacion) de Cuernavacas fondé par Illich en 1966 et seront publiées dans le journal *Le Monde*. Le fascicule est divisé en trois parties, intitulées respectivement la crise de l'énergie, le prix du temps et le seuil insaisissable. Ce texte incarne selon nous, à la fois les mythes qu'il convient de révéler au grand jour et les changements de valeur que la décroissance doit incarner.

La partie consacrée à la crise de l'énergie introduit trois contradictions cumulatives : 1° il est contradictoire de vouloir atteindre à la fois un état social fondé sur la notion d'équité et un niveau toujours plus élevé de croissance industrielle ; 2° de ce fait, le développement industriel ne peut générer que de la frustration ; 3° le principe qui consiste à substituer indéfiniment la puissance de la machine (énergie mécanique) à la puissance humaine (énergie métabolique) est illusoire. Illich s'intéresse ici à la face cachée de la crise énergétique, démystifiant au passage des pseudo-vérités. Ainsi, les besoins d'énergie déployés au sein du système industriel ont des effets destructeurs sur l'environnement physique (pollution) mais également sur la structure sociale de la société. Les formes modernes de transformation de l'énergie épuisent les ressources naturelles et polluent les milieux. Enfin, la technique propre est susceptible d'employer peu d'énergie cependant elle coûte chère et donc constitue un outil de luxe dans la production de biens.

Mais revenons sur la première contradiction qui permet de bien comprendre les thèses d'Illich et introduire les postulats de la décroissance (présentés précédemment). Illich part de l'idée suivant : « *vouloir atteindre à la fois un état social fondé sur la notion d'équité et un niveau toujours plus élevé de croissance industrielle n'est possible qu'aussi longtemps que la consommation d'énergie par tête reste en deçà d'un certain seuil* » (1973, p. 14). Illich s'appuie ici sur les résultats présentés dans deux de ses travaux sur l'école, *une société sans école* (1971) et *Libérer l'avenir* (1972), à savoir que plus haute est la consommation d'énergie par tête, plus grande doit être la part de l'effort d'ensemble dévolue au contrôle social (ici du corps enseignant, des éducateurs, des planificateurs, des directeurs de programme...). Il en conclut qu'au-delà d'un certain seuil de consommation d'énergie par tête, la structure sociale se disloque, le contrôle social (bureaucratie) devient de plus en plus proéminent, le sentiment d'équité diminue et les premiers signes de frustration s'installent et l'idée même de démocratie disparaît.

Figure 4 : Equité sociale, consommation d'énergie par tête et contrôle social



Appliqué à l'énergie et au fait que la société industrielle soit passée d'une énergie métabolique (celle du corps humain) à une énergie mécanique, le contrôle social l'emporte lorsque le rapport énergie métabolique / énergie mécanique dépasse un certain seuil. Selon Illich, le développement du transport motorisé permet d'illustrer ce résultat, ce dernier a tendance à réduire les formes naturelles de déplacement humain et à générer des embouteillages. A part d'un certain seuil, une augmentation de la consommation d'énergie mécanique est synonyme de pollution et de corruption (tout est fait pour que la voiture devienne le moyen de locomotion par excellence). L'industrie du transport dicte la configuration de l'espace social : « *Par son impact géographique, l'industrie façonne en définitive une nouvelle espèce d'hommes : les usagers* » (1973, p. 22).

La deuxième partie du manuscrit est consacré au prix du temps. Illich y développe une approche tout à fait originale, dans laquelle l'énergie renvoie à une dimension sociale et psychologique. Dans une société fétichiste de la vitesse (de circulation et de transport), le temps a un prix et les inégalités ne peuvent que se creuser. Les riches sont finalement ceux qui peuvent bouger, aller où ils le désirent et s'arrêter au moment où ils le souhaitent. Dès lors, « *le temps de quelques-uns se met à valoir très cher, tandis que se déprécie le temps de la majorité des autres* » (1973, p. 30). Pire, passé un seuil critique, il n'est pas possible de gagner du temps sans en faire obligatoirement perdre aux autres¹⁴⁶ « *les vitesses de pointe engendrent une élite du mouvoir et du pouvoir* » (1973, p. 35). La vitesse pose ainsi des questions éthiques et morales d'ordre très général. C'est le cas notamment lorsque cette vitesse hiérarchise des destinations en les rendant plus ou moins accessibles en fonction de la richesse des individus ou lorsqu'elle devient une clé (un principe) de discrimination active (chaque catégorie de destination peut être associée à une classe d'utilisateurs). C'est également le cas lorsque cette vitesse participe à la dégradation des réseaux de moindre vitesse au profit de ceux de vitesse plus élevée¹⁴⁷ ou crée de situations de monopole.

Selon Illich, notre soif de vitesse associée à des schémas de pensée très linéaire (aller plus vite signifie gagner du temps, donc faire autre chose...) nous empêche de cerner les enjeux de société auxquels nous nous trouvons confronter. Dès lors, la hausse de la vitesse agit sur le temps de déplacements et la quantité de déplacements, ce qui densifie la circulation, qui elle-même grignote une partie du temps de notre existence (vie privée). Illich en tire cinq conclusions très pertinentes : 1° la limite de vitesse est la condition d'une circulation efficace mais également un garde-fou égalitaire, 2° la nécessité de construire une comptabilité nationale du temps social (afin de mesurer les coûts cachés dévolus aux transports), 3° le temps dévolu au transport croît surtout lorsque ce sont les services publics qui se mettent à adopter un tel modèle, 4° tous les seuils de vitesse que nous franchissons, entraînent le renoncement aux activités de temps libre au profit d'activités programmées, 5° si l'on doit évoquer une limite de la vitesse, il convient de dissocier *la circulation* (mouvements de personnes d'un lieu à un autre), *du transit* (mouvements qui emploient de l'énergie métabolique) et *du transport* (mouvements qui recourent à d'autres sources d'énergie). Le transport est un produit de l'industrie (monopole radical) qui a des implications très importantes sur nos modes de vie en société.

Fort de ces conclusions, Illich sera amené à formuler une loi économique générale, « *lorsqu'un produit excède un certain seuil de consommation d'énergie par tête, il exerce un*

¹⁴⁶ Le cas des files business ou premium lors de la montée dans les avions est une bonne illustration de ce qu'Illich évoquait dès 1973.

¹⁴⁷ On peut illustrer cette idée par le cas du transport ferroviaire en France. Les lignes TGV qui rapprochent les villes et les hommes, permettent de donner un prix au temps et de générer de profondes inégalités en matière de tarification. Elles ont eu également des effets externes négatifs sur les voies secondaires (trains régionaux), plus assez rentables, moins rapides et de plus en plus dégradées.

monopole radical sur la satisfaction d'un besoin. Ce monopole est institué par l'adaptation de la société aux fins de ceux qui consomment le plus fort total des quanta d'énergie ; il est renforcé par l'obligation faite à tous de consommer le quantum minimal sans lequel la machine ne pourrait tourner » (1973, p. 40) et à préconiser un changement radical des comportements, « il est temps de prendre conscience, qu'il existe, dans le domaine des transports, des seuils de vitesse à ne pas dépasser. Faute de quoi, non seulement l'environnement physique continuera d'être saccagé, mais encore le corps social continuera d'être menacé par la multiplication des écarts sociaux creusés en lui et miné chaque jour par l'usure du temps des individus » (1973, p. 42).

La troisième et dernière partie du manuscrit s'intitule, *le seuil insaisissable*. Illich y aborde la place et l'implication du système politique sur lequel sont construites nos sociétés. Cette foi dans la vitesse serait renforcée selon lui, par la personne de l'expert. Son jugement « objectif » sacralise l'idée de vitesse optimale et génère une forme d'aliénation ou de soumission intellectuelle. Afin de rompre avec ce cercle vicieux, Illich propose de recourir aux jugements concertés de la société civile, et plus précisément à des assemblées représentant la population : « *Seul un processus politique auquel la population soit associée peut permettre de découvrir si l'avancée technique mène à une prison dorée ou ouvre d'autres horizons* » (1973, p. 52). Il revient également sur les différents degrés du mouvoir, opposant le véhicule à moteur à la bicyclette (pour cette dernière, il s'agit de souligner la possibilité pour les individus de contrôler l'emploi de l'énergie métabolique, dans le cas de la voiture, les individus sont soumis à la vitesse proposée par l'énergie mécanique).

Le procès (et son verdict) est ici sans appel, la surindustrialisation ne traduit pas un investissement excessif en capital ou un outillage démesuré, il intervient lorsque la vie sociale est dominée par l'industrie du transport, laquelle détermine les privilèges de classes, accentue la pénurie de temps et accroît la dépendance de la population aux réseaux de transports qui la façonnent. Dans ces circonstances, on ne peut attendre du pouvoir politique ou de l'industrie du transport de fixer des seuils de consommation d'énergie. Seule la société civile peut décider du seul maximum d'énergie par tête au-delà duquel le contrôle social devient intolérable. Selon Illich, il y aurait une place pour un monde post-industriel dans lequel le mode industriel viendrait compléter une production sociale, il y aurait également la place pour un monde de maturité technologique dans lequel le rayon d'action des hommes se définirait par la distance parcourue grâce à l'énergie métabolique. Deux chemins semblent s'offrir à nous, tous deux s'inscrivant dans un remodelage de l'espace social : il s'agit de la libération de l'abondance (c'est le passage dans les pays développés, d'un îlot de circulation à l'autre sans augmentation de la vitesse) ou de la libération du manque (extension dans les pays en développement du rayon d'action de la vie quotidienne au-delà des normes et des traditions sans pour autant tomber dans le piège de la vitesse). Aux yeux d'Illich, ces deux trajectoires de la maturité technologique consistent tout simplement à « *rejeter l'idée reine du*

développement industriel appuyé sur l'idéologie de la croissance indéfinie de l'énergie » (1973, p. 57).

Conclusion

La décroissance est un projet politique de vie en société, que certains pionniers (Ivan Illich, André Gorz, François Partant, Cornelius Castoriadis et Serge Latouche) ont ébauché dans les années 60 - 70 dans le cadre de l'échec des politiques de développement au Sud et d'une crise identitaire au Nord (Latouche parle de « *pertes de repères* », 2006, p. 15). Si la décroissance a généré de nombreuses controverses (débat autour du PIB et de sa diminution, de la croissance zéro, du développement durable, de la croissance verte...), elle a également amené un certain nombre de penseurs (académiciens, politiciens, chercheurs universitaires...) à questionner à la fois son côté opérationnel (la décroissance peut-elle offrir une perspective nouvelle dans un contexte de crise financière ?) et son appareillage théorique (la décroissance introduit-elle des hypothèses, des postulats, une méthodologie...). Le texte que nous présentons, s'inscrit dans le second type de réflexions. Par théorie, nous entendons ici plusieurs choses. C'est avant tout un ensemble cohérent d'explications, de notions ou d'idées sur un sujet précis (ici l'idéologie de la croissance). C'est également un ensemble de lois et d'hypothèses reposant sur des faits provenant de l'observation et/ou de l'expérimentation. C'est aussi une manière de faire correspondre les principes théoriques et les phénomènes observés. C'est en outre, un moyen de réaliser des prédictions et/ou des scénarios prospectifs. C'est enfin, une capacité à durer dans le temps en restant valide dans de nouveaux domaines encore inexplorés. Si la théorie englobe toutes ces idées, on peut avancer sans prétention qu'il est possible de théoriser la décroissance. Au vu des travaux de Serge Latouche, principal chef de file de ce courant de pensée (si l'on peut parler réellement d'un courant¹⁴⁸ de penser), la transformation du projet en théorie a commencé dès 2006 avec le schéma théorique des 8R. Il s'agissait alors « *d'enlever les obstacles à l'épanouissement des sociétés autonomes et d'enclencher un mouvement en spirale pour se mettre sur l'orbite du cercle vertueux des 8R de la décroissance sereine, conviviale et soutenable* » (2006, p. 154). Notre article s'inscrit dans cette démarche, il s'agit à la fois de concevoir les principes et hypothèses qui constitueront le cadre théorique de demain¹⁴⁹ et d'amorcer une première réflexion dans un domaine très controversé, celui des énergies. Le texte n'entend pas se focaliser sur la question de la durabilité du système énergétique (débat autour des énergies renouvelables et non renouvelables) mais sur la capacité de la décroissance à proposer un cadre théorique alternatif. Ce cadre repose sur un

¹⁴⁸ Serge Latouche emploie plutôt le mot de « *bannière derrière laquelle se regroupent ceux qui ont procédé à une critique réelle du développement et qui veulent dessiner les contours d'un projet alternatif pour une politique de l'après-développement* » (2006, p. 17).

¹⁴⁹ Nous pensons qu'à l'horizon de 3 à 5 ans, ce projet sera complètement réalisé.

postulat (la décroissance prône une sortie de l'économie, donc une réduction de la taille de l'économie), quatre principes (la baisse radicale du temps de travail, la réduction drastique de la productivité, la diminution radicale de l'accumulation du capital, la réduction du rôle de la monnaie aux transactions économiques) et une grille de lecture en trois temps (analyse biophysique du processus de production, mise en place d'un programme bioéconomique et détermination d'un seuil de consommation d'énergie par tête compatible avec un projet démocratique). Cette grille de lecture s'inscrit dans une double finalité : engendrer une tendance de baisse radicale de la consommation et mettre fin au processus d'accélération du temps (qui fait que tout gain de vitesse se traduit par plus de consommation pour certains). Ce n'est qu'à ce prix que nous pourrions entrer dans la phase de la convivialité (Illich, 1973) ou de sobriété heureuse (Rabhi, 2014). C'est donc aux tenants de la décroissance qu'il revient de transformer les rouages du projet utopique en arguments théoriques (du domaine de la science) et pratiques (du domaine de l'action politique).

Tableau 1 : Les principes d'une théorie de la décroissance

	Nature	Objectif	Vision du temps	Principe
1 ^{er} principe	Baisse radicale du temps de travail	Réduire la taille de l'économie et partage du temps de travail	Réappropriation	Mieux vivre (Gorz,
2 ^{ème} principe	Réduction drastique de la productivité	Casser la boucle productivité - salaire et donc la consommation	Ralentissement	Convivialité (Illich, 1973)
3 ^{ème} principe	Baisse radicale de l'accumulation du capital	Réduire les inégalités	Dévalorisation	Principe de l'impôt sur le capital (5%)
4 ^{ème} principe	Monnaie de transaction	Stopper la spéculation	Destockage	Localisation (monnaie complémentaire)

Références Bibliographiques

ARENSBERG C.M, KIMBALL S.T (1940), *Family and Community in Ireland*, Harvard University Press.

BOLIN S. (1958), *State and Currency in The Roman Empire to 300 A.D.* Almquist and Wiksell, Stockholm.

BOURG D. (1996), *Les scénarios de l'écologie*, Hachette, Questions de société.

CARNOT S. (1824), *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance*, Paris, Bachelier, 118 p.

CEDD (2013), *L'évaluation économique des scénarios énergétiques*, Conseil économique pour le développement durable, Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, 104 pages.

CEF (2013), *Les scénarios mondiaux de l'Énergie à l'horizon 2050 – Mise en musique de futurs de l'énergie*, Paris. France, 44 pages.

DANNEQUIN F., DIEMER A. (1999a), « De l'entropie à la constitution d'un programme bioéconomique : le grand projet de Nicholas Georgescu-Roegen », *Cahiers du CERAS*.

DANNEQUIN F., DIEMER A. (1999b), « La place de la biologie et de la thermodynamique dans la théorie contemporaine : l'œuvre scientifique de Nicholas Georgescu-Roegen », *Colloque international de Sorbonne*, septembre, p. 1-8.

DANNEQUIN F., DIEMER A. (1999c), « L'économie de l'agriculture familiale de Chayanov à Georgescu-Roegen », *Colloque de la SFER, Paris, Novembre*, p. 1-14.

DANNEQUIN F., DIEMER A. (1998), « Nicholas Georgescu-Roegen, penseur de la production, penseur de la révolution industrielle », *Colloque international de Strasbourg*, novembre, p. 1-32.

DEMARIA F., SCHNEIDER F., SEKULOVA F., MARTINEZ-ALIER J. (2013), « What is degrowth ? From an Activist Slogan to a Social Movement », *Environmental Values*, vol 22, p. 191 - 215.

DIEMER A. (2012), *Les économistes et le développement durable*, Editions Oeconomia.

DIEMER A. (2008), *Principes d'économie d'entreprise*, Editions Oeconomia.

FOSTER J.B (2011), « Capitalism and Degrowth – An Impossibility Theorem », *Monthly Review*, January, p. 28 - 33.

ELLUL J. (1988), *Le bluff technologique*, Pluriel.

ELLUL J. (1977), *Le système technicien*, Calmann-Levy.

ELLUL J. (1954), *La Technique ou l'Enjeu du siècle*, Armand Colin.

GEORGESCU-ROEGEN N. (1951a), « Relaxation Phenomena in Linear Dynamics Models », in T.C Koopmans (ed), *Activity Analysis of Production and Allocation*, Yale University Press, pp 98-115.

GEORGESCU-ROEGEN N. (1951b), « Some Properties of a Generalized Leontief Model », In T.C Koopmans, *Activity Analysis of Production and Allocation*, Yale University Press, pp 165-176.

GEORGESCU-ROEGEN N. (1960), « Economic Theory and Agrarian Economics », *Oxford Economic Papers*, vol XII, p. 1-40.

GEORGESCU-ROEGEN N. (1965), « The Institutionnal Aspects of Peasant Economics : A Historical and Analytical Review », *Proceedings of the Agricultural Development Council Seminar on Subsistence and Peasant Economies*. C.R Wharton, Honolulu.

GEORGESCU-ROEGEN N. (1966), *Analytical Economic-Issues and Problems*, Havard University Press, Cambridge. Traduction française, 1970, *La Science Économique : ses problèmes et ses difficultés*, Dunod.

- GEORGESCU-ROEGEN N. (1969a), *Process in Farming versus Process in Manufacturing : A Problem of Balanced Development*, in Nunn C. and Papi U. (eds), *Economic Problems of Agriculture in Industrial Societies*, London Mc Millan, p 497-528.
- GEORGESCU-ROEGEN N. (1969b), « The Institutional Aspects of Peasant Communities : An analytical View », in Clifton R. and Wharton J., *Subistence Culture and Economic Development*, Chicago Aldine, p. 61-99. Georgescu-Roegen N. ; 1976, *Energy and Economic Myths*, Pergamon Press, p. 199-235.
- GEORGESCU-ROEGEN N. (1970), « The Economics of Production », *American Economic Review*, vol 60, p. 1-9.
- GEORGESCU-ROEGEN N. (1971), *The Entropy Law and the Economic Process*, Cambridge, Harvard University Press (4ème édition 1981).
- GEORGESCU-ROEGEN N. (1972), « Process Analysis and the Neoclassical Theory of Production », *American Journal of Agricultural Economics*, vol 54, May, p. 279-294.
- GEORGESCU-ROEGEN N. (1976), *Energy and Economic Myths*, Pergamon Press.
- GEORGESCU-ROEGEN N. (1978), « De la Science Economique à la Bioéconomie », *Revue d'Economie Politique*, vol 88, 3, mai-juin, p. 337-382.
- GEORGESCU-ROEGEN N. (1979a), *Demain, la décroissance : entropie-écologie-économie*, Pierre Marcel Favre. Réédition aux éditions Sang de la Terre (1995).
- GEORGESCU-ROEGEN N. (1979b), « Energy Analysis and Economic Valuation », *Southern Journal of Economic*, vol 45, p. 1023-1058.
- GEORGESCU-ROEGEN N. (1986), *Man and production*, in Baranzini M. et Scazzieri R. (eds), *Foundations of Economics*, Oxford, Blackwell, p. 247-280.
- GEORGESCU-ROEGEN N. (1992), *Georgescu-Roegen Nicholas about himself*, in Szenberg M., *Eminent Economists : Their Life Philosophies*, Cambridge.
- GORDON R.J (1999), « Has the New Economy » rendered the productivity Slowdown Obsolete ? » Northwestern University, NBER, 37 p.
- GREENPEACE (2013), *Scénario de transition énergétique*, Greenpeace France, Paris, France. 27 pages. <https://cdn.greenpeace.fr/site/uploads/2017/02/Scenario-Transition-Energetique-Greenpeace-2013.pdf>
- JACKSON T., VICTOR P. (2011), « Productivity and work in the green econom, some theoretical reflections and empirical tests », *Environmental Innovation and Societal transitions*, vol 1, p. 101 - 108.
- KALLIS G., KERSCHNER C., MARTINEZ-ALIER J. (2012), « The Economics of Degrowth », *Ecological Economics*, vol 84, December, p. 172 - 180.
- ILLICH I. (1973), *Energie et équité*, Seuil.
- ILLICH I. (1973), *La convivialité*, Points Seuil.
- ILLICH I. (1972), *Libérer l'avenir*, Collection Points.
- ILLICH I. (1971), *Une société sans école*, Seuil.
- LOTKA A. (1956), *Elements of Mathematical Biology*, New York Dover.

- LOTKA A. (1945), « The Law of Evolution as a Maximal Principle », *Human Biology*, vol 17, May, p. 67-194.
- LATOUCHE S. (2014), *Renverser nos manières de penser*, Mille et Une Nuits.
- LATOUCHE S. (2012), *L'âge des limites*, Mille et Une Nuits.
- LATOUCHE S. (2011), *Vers une société d'abondance frugale*, Mille et Une nuits.
- LATOUCHE S., HARPAGES D. (2012), *Le temps de la décroissance*, Le Bord de l'Eau.
- LATOUCHE S. (2007), *Petit traité de la croissance sereine*, Mille et Une Nuits.
- LATOUCHE S. (2006), *Le pari de la décroissance*, Fayard.
- LATOUCHE S. (2004), *Survivre au développement*, Mille et Une Nuits.
- LATOUCHE S. (2003), « Pour une société de décroissance », *Le Monde diplomatique*, novembre, n°596, p. 18B-18B. URL : <https://www.cairn.info/magazine-le-monde-diplomatique-2003-11-page-18B.htm>
- LATOUCHE S. (2001), « En finir, une fois pour toutes, avec le développement », *Le Monde diplomatique*, Mai, n°566, p. 6B-6B. URL : <https://www.cairn.info/magazine-le-monde-diplomatique-2001-5-page-6B.htm>
- LATOUCHE S. (1986), *Faut-il refuser le développement ?* PUF.
- LATOUCHE S. (1979), *Critique de l'impérialisme*, Editions Anthropos.
- MADDISON A. (1991), *Dynamic Forces in Capitalist Development*, Oxford University Press.
- MANNHEIM K. (1952), *Ideology and Utopia*, Routledge, 6th Edition. Traduction française, *Idéologie et Utopie*, Librairie Marcel Rivière et Cie, 1956.
- PASSET R. (2012), *La bioéconomie de la dernière chance*, Les liens qui libèrent.
- PASSET R. (2010), *Les grandes représentations du monde et de l'économie à travers l'histoire*, Les Liens qui libèrent.
- PASSET (1977), *L'économie et le vivant*, Payot. Réédition en 1996, chez Economica.
- RABHI P. (2013), *Vers la sobriété heureuse*, Actes Sud Editions.
- SMITH A. (1776), *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. Traduction française, *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations*, Gallimard.
- TAINTER J.A (1988), *The Collapse of Complex Societies*, Cambridge University Press. Traduction française, *L'effondrement des sociétés complexes*, Editions Le Retour Aux Sources, 2013.
- TAYLOR F.W (1911), *The Principles of Scientific Management*, Harper & Brothers.
- VEBLÉN T (1948), *The Portable Veblen*, The Vicking Press.
- WICKSTEED P. (1894), *An Essay on the Co-ordination of the Laws of Distribution*, London. Réimpression Scarce Tracts, 12, London School of Economics and Political Science, London, 1932.