

**La place de la biologie et de la thermodynamique dans la théorie contemporaine
l'œuvre scientifique de Nicholas Georgescu-Roegen**

Dannequin F. & Diemer A.
CERAS/LAME/HERMES
Université de Reims Champagne-Ardennes

Toute économiste "doit posséder une rare combinaison de dons. Il doit être un tant soit peu mathématicien, historien, homme d'Etat, philosophe. Il doit comprendre les symboles et s'exprimer avec des mots... Il lui faut étudier le présent à la lumière du passé pour préparer l'avenir. il ne doit négliger nul côté de la nature humaine ni nulle institution." (Keynes, cité par Di Ruzza, 1999 : 30).

Les sciences dites «dures», c'est à dire la physique, la chimie.. et «molles» en l'occurrence la sociologie, ont souvent influencé les économistes. Léon Walras utilisera la physique et la mécanique pour illustrer l'équilibre général, Alfred Marshall s'inspirera de la biologie pour construire sa théorie de l'offre et la demande¹... Face à l'existence de ces champs d'investigation transdisciplinaires², il est une œuvre scientifique sur laquelle nous voulons particulièrement insister : celle de Nicholas Georgescu-Roegen. Les travaux de Nicholas Georgescu-Roegen couvrent une période de plus de soixante ans (de 1930 jusqu'à nos jours). Ses publications sur l'utilité, l'incertitude et le processus de production, ont fait de lui l'un des grands économistes de ce siècle. C'est pourtant la seconde partie de sa vie (à partir de 1971, date de parution de son ouvrage *The Entropy Law and the Economic Process*) qui va nous intéresser ici. Adoptant une approche critique vis à vis de l'économie standard réduisant le processus économique à une vision mécanique, Nicholas Georgescu-Roegen va présenter une nouvelle vision de la science et de nos rapports avec la Nature.

¹ «The balance, or equilibrium, of demand and supply obtains ever more of this biological tone in the more advanced stages of economics. The mecca of the economist is economic biology rather than economic dynamics » (Distribution and Exchange, Economic Journal, 1898, p 43).

² Ce que Hirshman appelle «the trespassing » (Hirschman, 1997 : 113).

Les origines du paradigme bioéconomique³ de Nicholas Georgescu-Roegen (Georgescu-Roegen, 1978 : 353) se situent au carrefour de la vision thermodynamique du monde, présentée par Sadi Carnot (1796 -1832) et des travaux du biologiste Alfred Lotka (1880-1949) : «*La thermodynamique et la biologie sont les flambeaux indispensables pour éclairer le processus économique et découvrir ainsi ses propres articulations, la thermodynamique parce qu'elle nous démontre que les ressources naturelles s'épuisent irrévocablement, la Biologie parce qu'elle nous révèle la vraie nature du processus économique* ». Il fera aussi notamment référence à Thorstein Veblen au niveau du comportement humain. Il contribue ainsi à transcender la dichotomie "modèle biologique" et "modèle physique" présente en économie politique. "Deux modèles scientifiques hantent la théorie économique depuis près de deux siècles : le modèle mécanique et le modèle biologique, porteurs, chacun, d'un appareil complet de schèmes de raisonnement, d'analogies, et de régimes de vérité, inscrit dans l'histoire propre des deux disciplines" (Cot, 1999 : 9).

Nicholas Georgescu-Roegen-Roegen participe dès lors au retour de l'évolutionnisme mais d'une façon originale en amorçant la construction d'une conception du temps à partir de la thermodynamique et en développant une analyse des techniques en analogie avec la biologie...

La thermodynamique, fondement d'un temps irréversible :

Georgescu-Roegen-Roegen va développer une critique virulente⁴ à l'encontre du dogme mécaniste utilisé par la science économique. Il s'opposera ainsi essentiellement aux néo-classiques mais aussi à Marx, déjà visé pour sa conception erronée des lois régissant l'agriculture (NGR, 1965 et Dannequin F. & Diemer A., 1998).

³ «Ce terme pour décrire ma vision de la nature du processus économique m'a été suggéré par J. Zeman.....Ultérieurement j'ai appris, par un article de H. Scott Gordon... que le biologiste russe T.I Baranoff avait employé « Bioéconomie » déjà en 1925 (et probablement pour la première fois). Mais Baranoff entendait par ce terme une analyse économique de certains phénomènes biologiques et non la conception du processus économique comme une extension de l'évolution biologique » (1978, note 1 p 23)

⁴ Georgescu-Roegen s'opposera également à l'analyse standard de la production, aspect que nous n'examinerons pas ici. Voir Dannequin F. & Diemer A. (1998).

Il est intéressant de noter que Marshall sera préservé de l'ire de Nicolas Georgescu-Roegen-Roegen, ce dernier ne le classant pas parmi les auteurs néo-classiques à l'instar de Walras, Pareto et Jevons. En effet, la biologie inspire le fondateur de l'Ecole de Cambridge et de l'économie industrielle. Dès lors, Marshall est qualifié de ...Marshallien. "*I wish to explain that those who call Marshall the head of the neo-classical school are doing him an injustice. Marshall was Marshallian, not neo-classical as Jevons, Walras, and Pareto were*" (Georgescu-Roegen, 1978 : note 2, page 10).

Jevons n'est pourtant pas insensible à la disparition des matières premières comme son ouvrage sur la question du charbon⁵ le montre. La trop rapide utilisation du charbon constitue ainsi une menace pour la puissance anglaise. : "*Supposer que même la Grande-Bretagne puisse faire progresser son industrie en dépit de la nature /.../ serait de l'arrogance et de la folie*" (1865 : 251, cité par Vivien, 1994 : 36). L'irréversibilité est ainsi présente dans cette ouvrage à l'instar des préoccupations de Georgescu-Roegen-Roegen (Georgescu-Roegen, 1978 : 2). Jevons contribuera cependant à la constitution du paradigme néoclassique sur la base d'une épistémologie mécaniste et à la mathématisation de l'économie. "*One result of economics becoming the sister-science of mechanics has been its mathematisation, which began really with Jevons*" (Georgescu-Roegen, 1978 : 3).

Georgescu-Roegen-Roegen cherchera à expliquer cette fascination pour la mécanique des économistes. Fascination qui se poursuit actuellement : "*Economic thought has always been influenced by the economic issues of the day. It also has reflected - with some lag - the trend of ideas in the natural sciences*" (Georgescu-Roegen, 1976 : 56).

La découverte de Neptune "à la pointe du stylo" par Le Verrier et au même instant par Adams en 1846⁶ aurait contribué à rendre possible dans l'esprit des néoclassiques la possible prévision des valeurs boursières. "*It is the dream of being able to predict the location of any share on the firmament of the Stock Exchange Market, whether tomorrow or one year now, by solving certain equations that govern the emotion of that market. Undoubtedly, the essence of that dream must still be nursed in the subconscious of many modern economists*" (Georgescu-Roegen, 1979 : 320).

⁵ Jevons W. S. (1865) "*The coal question : an inquiry concerning the progress of the Nation, and the probable exhaustion of our coal-mines*", Macmillan, Londres.

⁶ L'Allemand J. G. Gall confirma leurs calculs en observant l'astre en 1846.

Dans son analyse du processus de production, Georgescu-Roegen-Roegen appréhende les flux physiques qui sont contraints. "*The economic process is solidly anchored to a material base which is subject to definite constraints. It is because of these constraints that the economic process has a unidirectional irrevocable evolution*" (Georgescu-Roegen, 1976 : 56). Il souhaite donc appréhender l'évolution sociétale, donc le changement qualitatif, la nouveauté qui caractérise selon lui, le processus économique. "*The most important aspect of the economic process is precisely the continuous emergence of novelty. Now novelty is unpredictable, but in a sense quite different from the way in which the result of a coin toss is unpredictable*" (Georgescu-Roegen, 1979 : 321). La technique est un phénomène culturelle et discontinue. Il ne fait pas partie du quantifiable mais du qualitatif, à l'instar de l'évolution économique⁷. Georgescu-Roegen s'inscrit dans une approche évolutionniste à l'instar de son maître Schumpeter, même s'il emprunte à la biologie et à la physique. "*We must take account that evolution does not consist of a linear repetition, even though over short intervals it may fool us into the contrary belief*" (Georgescu-Roegen, 1976 : 19).

Le temps s'écoule dans un sens unique, notamment parce que la forme du développement économique influence l'environnement et dépend de lui. "*The patent fact that between the economic process and the material environment there exists a continuous mutual influence which is history-making carries no weight with the standard economist*" (Georgescu-Roegen, 1976 : 53). Les ressources naturelles, leur disponibilité et leur accessibilité constituant une contrainte majeure : "*Natural resources are the central element of mankind's evolution*" (Georgescu-Roegen, 1978 : 9). L'Histoire même de l'humanité trouvant là un élément explicatif majeure : guerre, explorations, migrations apparaissent souvent liées à la richesse de la dotation des différents peuples en ressources naturelles. "*Man's continuous tapping of natural resources is not an activity that makes no history. On the contrary, it is the most important long-run element of mankind's fate*" (Georgescu-Roegen, 1976 : 56).

On pourrait ainsi s'interroger sur la possible substitution de la lutte des classes par la loi de l'entropie et l'exploitation des matières premières comme moteurs de l'Histoire....

⁷ Georgescu-Roegen-Roegen se réjouit d'ailleurs de ce fait qui est garant d'une certaine liberté : "*Because of this fact, there is an entropic indeterminateness in the real world which allows not only for life to acquire an endless spectrum of forms but also for most actions of a living organism to enjoy a certain amount of freedom. Without this freedom, we would not be able to choose between eating beans or meat, between eating now or later*" (Georgescu-Roegen-Roegen, 1976 : 9).

Nicolas Georgescu-Roegen-Roegen s'appuie donc sur la thermodynamique dans son entreprise de reconstruction de l'économique. C'est la loi de l'entropie⁸ qui sera son outil pour pourfendre le dogme néoclassique : "*irreducible opposition between mechanics and thermodynamics stems from the Second Law, the Entropy Law*" (Georgescu-Roegen-Roegen, 1976 : 7).

La thermodynamique nous enseigne que, dans le processus de production, la quantité d'énergie est conservée (premier principe de la thermodynamique), mais sa forme, - et donc sa disponibilité - a changé, de l'énergie libre (ou énergie utilisable par l'homme) s'est transformée en énergie liée (ou énergie inutilisable). Le deuxième principe de la thermodynamique, principe dit de Carnot-Clausius, encore appelé loi d'entropie, "*stipule que toute transformation énergétique s'accompagne d'une dégradation de l'énergie. L'énergie n'est jamais détruite (conservation quantitative) mais change de forme (dissipation qualitative) /.../ L'énergie se dissipe jusqu'à se transformer en chaleur - qui, étant la forme la plus dégradée de l'énergie, ne peut plus subir de transformation - et devient si diffuse qu'elle ne peut plus être utilisée par l'homme. Dans ces conditions, s'il est possible de transformer tout le travail en chaleur, il est impossible de transformer complètement de la chaleur en travail. Le principe d'entropie décrit donc une dissymétrie et une irréversibilité physique fondamentale*" (Vivien, 1994 : 34). Sans cela, le mouvement inverse serait possible le travail produisant de la chaleur verrait cette dernière redevenir du travail. La mécanique retrouverait sa pertinence.

Or, le processus économique, la production, est entropique transformant de l'énergie (basse entropie) en déchets et rejets (haute entropie). "La mondialisation" est un fait : L'entropie d'un système baisse parce que de l'énergie extérieur lui est apporté . "*This means that the decrease in the entropy of the room has been obtained only at the cost of a greater increase in entropy elsewhere*" (Georgescu-Roegen, 1976 : 55).

L'entropie serait donc une loi à laquelle on ne peut échapper, d'où l'insistance de Georgescu-Roegen (1995 : 83) sur le caractère irrévocable de cette évolution. "*La loi de l'entropie occupe une place unique dans les sciences de la nature* », insiste-t-il, car "*c'est la seule loi physique qui reconnaisse que l'univers matériel lui-même est soumis à un changement qualitatif irréversible, à un processus évolutif*".

⁸ L'entropie peut être appréhendée comme "*un indice de la quantité d'énergie inutilisable contenue dans un système thermodynamique donné à un moment donné de son évolution*" (Georgescu-Roegen, 1978 :).

Cela met clairement en lumière le problème de la confrontation entre les êtres vivants et l'entropie, une question qui obnubile Georgescu-Roegen. La vie génère de l'entropie mais d'une façon différente selon ses formes physiques et sociales (voir ci-dessous).

Son analyse sera renforcée par la découverte d'une quatrième loi de la thermodynamique par Georgescu-Roegen lui même : la matière serait aussi objet de l'entropie tout comme l'énergie.

Le temps irréversible prend sa source dans la nature de l'énergie qui se transforme. L'homme néanmoins cherche à travers l'innovation à mieux maîtriser l'énergie afin de lui permettre de faire croître sa puissance productive⁹. Jacques Grinevald qualifie ainsi dans une perspective en filiation direct avec Georgescu-Roegen la Révolution industrielle de "thermo-industrielle"(Grinevald, 1993 : 13). Ce dernier qualifiant les différentes phases de maîtrise de l'énergie Prométhée I et Prométhée II, respectivement âge du feu et âge du moteur, de la machine à vapeur.

Cependant le destin de l'homme s'il est inéluctable n'est pas susceptible de prévision exacte : l'incertitude est radicale : "*The prediction, which sounds like the famous scare that the world would come to an end in A. D. 1000, is at odds with everything we know about biological evolution. The human species, of all species, is not likely to go suddenly into a short coma. Its end is not even in distant sight ; and when it comes it will be after a very long series of surreptitious, protracted crises*" (Georgescu-Roegen, 1976 : 22)

Dès lors, la conduite de la société sur des préceptes inspirés de l'analyse néoclassique¹⁰ s'avère néfaste à "long terme", c'est-à-dire dans la perspective d'une maximisation de la durée de vie de l'espèce humaine.¹¹ En effet, le temps logique

⁹ Georgescu-Roegen-Roegen distingue 3 types d'innovations : les innovations économiques qui économisent les sources de basse entropie ; les innovations substitutions qui remplacent l'énergie humaine ; les innovations de gamme qui constituent en de nouveaux biens de consommation. La plupart du temps les innovations appartiennent à plusieurs catégories (Georgescu-Roegen, 1976 : 18).

¹⁰ Or la maximisation du taux de croissance peut engendrer une hausse de la pollution et constituer in fine un obstacle à sa poursuite selon Georgescu-Roegen : "*Since the Entropy Law allows no way to cool a continuously heated planet, thermal pollution could prove to be a more crucial obstacle to growth than the finiteness of accessible resources*" (Georgescu-Roegen-Roegen, 1976 : 14).

¹¹ L'analyse avantage coût est perturbé par la prise en compte des conséquences de l'entropie : Ainsi, dans cette optique "*In entropy terms, the cost of any biological or economic enterprise is always greater than the product. In entropy terms, any such activity necessarily results in a deficit*" (Georgescu-Roegen, 1976 : 55).

utilisé par les néoclassiques n'est d'aucune utilité pour éclairer le processus économique. Leur temps est circulaire : la réversibilité est totale. *"The crucial point is that the economic process is not an isolated, self-sustaining process. This process cannot go on without a continuous exchange which alters the environment in a cumulative way and without being, in its turn, influenced by these alterations"* (Georgescu-Roegen-Roegen, 1976 : 4).

La version dynamique, le modèle de Solow, conduit aux mêmes erreurs. Georgescu-Roegen-Roegen s'opposera aux thèses de R. Solow notamment dans son appréhension des matières premières. Alors que Solow avance l'idée d'une possible substitution des matières selon leur prix relatif, Georgescu-Roegen répliquera qu'après tout, les matières sont toutes... naturelles. Leur perception mécaniste les empêche d'appréhender les changements qualitatifs le caractérisant. Au contraire la poursuite d'une activité économique fondée sur ce dogme conduit à une réduction de la durée de vie de l'espèce humaine¹². L'économie en tant que science concernée par l'administration des ressources rares ne prend en compte qu'une génération. Or les ressources naturelles et l'énergie issue de ces dernières constitue une dot (à l'encontre de l'énergie solaire¹³) pour l'humanité présente et à venir. La conséquence du "mécanisme" du marché est un gaspillage : les générations consomment plus que nécessaire : *"the market mechanism by itself results in resources being consumed in higher amounts by the earlier generations, that is, faster than they should be"* (Georgescu-Roegen, 1976 : 31). Dans l'hypothèse où toutes les générations, passées et futures, pouvaient participer dans le cadre du marché au partage des ressources comme le charbon, la société aboutirait à une impasse : *"Should all the generations bid from the outset for the total deposit of coal, the price of coal in situ will be driven up to infinity, a situation which would lead nowhere and only explode the entropic predicament of mankind"* (Georgescu-Roegen, 1976 : 31).

La volonté de protéger les générations futures conduit Georgescu-Roegen à estimer que les hommes doivent modifier leurs valeurs en ressentant plus de sympathie pour les générations futures. Mais le doute transparait dans ses écrits. En effet, l'incertitude étant radicale, est-il utile de se rationner pour une humanité

¹² Le programme bioéconomique minimale insiste sur la nécessaire modification des valeurs humaines sous la forme d'une prise en compte des générations futures. Georgescu-Roegen fait d'ailleurs montre d'un certain pessimisme ou tout du moins d'un doute. Cf conclusion.

¹³ L'énergie solaire est un flux dont la durée de vie est incommensurable vis-à-vis des ressources terrestres. Néanmoins ces dernières, permettent d'obtenir une puissance productive beaucoup plus importante.

potentielle ? *"And indeed, it would certainly be poor economics to sacrifice anything for a nonexistent beneficiary"* (Georgescu-Roegen, 1976 : 32).

Biologie et technologie

Comme toutes les 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"* (Georgescu-Roegen, 1976 : 55).

De tels organes propres à chaque espèce vivante, sont selon la terminologie d'Alfred Lotka, les 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. Avec ces organes détachables, principalement des outils et des équipements techniques l'espèce humaine est parvenue à accomplir de nombreuses réalisations. Henri Bergson (1911) souligne que *«man is not only a tool-maker; man is the only animal that makes tools to make tools»*. Les organes exosomatiques sont même devenus aussi vitaux que les organes endosomatiques ; les hommes en sont largement dépendants voire intoxiqués. N. Georgescu-Roegen note au passage que l'esclavage et les transplantations procèdent aussi de l'évolution exosomatique (Georgescu-Roegen, 1976 : note de bas de page 51, page 25).

Dans ces conditions, le processus économique apparaît bien 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 evolution of the exosomatic nature of homo sapiens. Mankind's mode of existence is dominated neither by biology nor by economics. It is instead a complex bioeconomic web, and in this web the crucial factor is production - the mushrooming production of exosomatic instruments»* (Georgescu-Roegen, 1986 : 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 » (Georgescu-Roegen, 1977b : 361).

Ce changement a toutefois entraîné 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»* (Georgescu-Roegen, 1977b : 363). Cette évolution exosomatique de l'espèce humaine 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 finies¹⁴, on peut avancer à la manière de Nicholas Georgescu-Roegen (Georgescu-Roegen, 1986 : 252) 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»*. Un jour ou l'autre, nous rappelle Nicholas Georgescu-Roegen (1995), la croissance (la grande obsession de l'économie standard et du marxisme) touchera à sa fin. En effet, pour produire les organes exosomatiques, les hommes doivent employer des ressources en énergie et en minerais, il y a une concurrence qui s'établit 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"* (Georgescu-Roegen, 1995 : 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 Nicholas Georgescu-Roegen 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 sous-développés appartenaient 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 américain se précipita avec un pneu à carcasse radiale pour réparer la panne du véhicule »* (Georgescu-Roegen, 1978 : 343).

Ce qui signifie pas que toutes les innovations soient une réussite ou arrive "à point nommé". Ainsi S. De Gleria nous explique que selon Georgescu-Roegen *"Economic change is a biological and evolutionary phenomenon based on innovations which are deeply rooted "in man's Veblenian instincts of workmanship and idle curiosity" (Georgescu-Roegen, 1971 : 368). They are not predictable and, furthermore, every economic innovation is successful only if social community culturally adapts to it"* (De Gleria, 1995 : 26). Notons d'ailleurs qu'aucune innovation ne pourra indéfiniment réussir à garantir l'accessibilité des ressources (Georgescu-Roegen, 1976).

- Cette évolution exosomatique a enfin engendré des conflits sociaux dans les sociétés humaines. Un oiseau souligne Nicholas Georgescu-Roegen 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, rappelle Nicholas Georgescu-Roegen, ont débouché sur des conflits, mais pas nécessairement des conflits sociaux.

¹⁴ L'énergie libre se rencontre sous deux formes : un stock de matières (charbon, pétrole...) et un flux, l'énergie solaire qui à l'échelle humaine apparaît comme le moins "épuisable".

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 familial¹⁵. A ce moment là note N. Georgescu-Roegen (Georgescu-Roegen, 1969 : 101), «*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*».

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 Smith¹⁶ (which certainly was already at work), but a role in the production process and the social organization*» (Georgescu-Roegen, 1986 : 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

¹⁵ Nicholas Georgescu-Roegen aborde ce problème dans le cadre de l'économie paysanne et des travaux de Tchayanov. (voir Dannequin et Diemer 1998)).

¹⁶ Bien que Nicholas Georgescu-Roegen fasse référence à la division du travail d'Adam Smith (distinction entre travail productif et improductif). Il ne partage pas la conception que Smith a de l'origine de la division du travail. En effet, alors que pour Adam Smith, la division du travail a pour origine "un certain penchant naturel à tous les hommes", pour Nicholas Georgescu-Roegen (Georgescu-Roegen, 1969 : 101), elle a pour fondement «*Les instincts de l'homme, d'habileté professionnelle ou de curiosité gratuite*».

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*»¹⁷ (Georgescu-Roegen, 1977b : 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*».

Conclusion

La faible audience des propos de Georgescu-Roegen réside dans son objet d'analyse : le long terme. "Issues such as those discussed in this lecture pertain to long-run forces. Because these forces act extremely slowly we are apt to ignore their existence or, if we recognize them, to belittle their importance" (Georgescu-Roegen, 1976 : 59).

Pourtant, l'évolution des sciences de la nature depuis Carnot et Darwin, c'est à dire depuis la thermodynamique et l'évolutionnisme, ne permet plus de séparer le vivant de l'environnement terrestre. Il s'agit d'une coévolution ; l'évolution biologique est en interaction réciproque avec les changements de l'environnement planétaire. La complexité est inhérente à l'analyse de l'espèce humaine et notamment dans son activité économique. La bioéconomie de Georgescu-Roegen, sans être exempte de critiques, prend acte de ce constat.

La construction d'une "nouvelle" discipline "bioéconomique" conduirait alors à l'intégration de l'économie dans l'écologie. "economics will have to merge into ecology, if the merger ever occurs" (Georgescu-Roegen, 1976 : 30).

¹⁷ Cette remarque mérite d'être traduite afin de comprendre l'origine du conflit social et l'apparition des classes sociales : «*Rien dans le soma d'un nouveau né humain ne détermine son rôle futur. Plus tard, il peut devenir un pousse-pousse tout comme un mandarin. Et le problème vient de ce que, contrairement à la fourmi gardienne, le pousse-pousse voudrait bien être mandarin et, pour une partie de ses efforts ordinaires, luttera pour échanger les rôles*» (Georgescu-Roegen, 1978 : 346).

Colloque de l'Association André Gide, les 26 et 27 septembre, Paris, (p 1 – 8).

Face à l'impossibilité de dégager des lois en sciences sociales (Guerrien B, 1999 : 20) l'utilisation de savoirs "extérieurs" dans une perspective de compréhension de l'évolution économique de l'espèce humaine nous semble utile. Les lois de la thermodynamique constituent chez Georgescu-Roegen-Roegen des "méta lois" auxquels n'échappent pas l'homme. "A true evolutionary law can be found, instead, in thermodynamics : it is the Entropy Law" (De Gleria, 1995 : 11). Elles s'avèrent alors déterminante mais pas déterministes. En effet, l'évolution exosomatique n'emprunte pas une voie unique mais des aspects différents, l'homo Indianus n'est pas assimilable à l'homo Americanus. «*Economic phenomena certainly are not independent of the chemico-physical laws that govern our external and internal environment, but they are not determined by these laws. It is because the economic has its proper laws that one dollar spent on caviar does not buy the same free energy as when spent on potatoes* » (Georgescu-Roegen, 1986 : 272).

Il s'éloigne ainsi de son maître à penser, Schumpeter, qui voyait la fin du capitalisme ancrée dans des motifs endogènes (concentration + bureaucratisation de la R& D) alors que Georgescu-Roegen-Roegen relie la forme de l'évolution exosomatique et la loi de l'entropie dans une vision sombre de fin de l'humanité capitaliste ou adepte du socialisme "réel", toute deux se rejoignant dans un processus d'industrialisation de l'ensemble de la production. «*l'humanité voudra-t-elle prêter attention à un quelconque programme impliquant des entraves à son attachement au confort exosomatique ? Peut-être 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. Dans ce cas, que d'autres espèces dépourvues d'ambition spirituelle - les amibes par exemple - héritent d'une Terre qui baignera longtemps encore dans une plénitude de lumière solaire!*» (Georgescu-Roegen, 1995 : 134-135).

Bibliographie

Bergson H. (1911) « *Creative Evolution* » Henry Holt, New York

Carnot S. (1824) « *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance* » Paris, Bachelier. Réédition en 1872, 1878, 1913, 1953.

Cot A. L. (1999) " *Evolutionnisme et théorie économique : les leçons de l'histoire*" ; Economie et sociétés, HS, n°35, 1, 1999.

Dannequin F., Diemer A., Vivien F.D (1998) «*Thermodynamique, biologie et économie chez Georgescu-Roegen* » Colloque de Reims, journée Hermès du 7 décembre (p 1 – 8).

Dannequin.F, Diemer .A (1998) «*Nicholas Georgescu-Roegen, penseur de la production, penseur de la révolution industrielle* » Colloque de Strasbourg, 6 et 7 Novembre (p 1 - 32).

De Gleria S. (1995) "*Nicholas Georgescu-Roegen : a mind that thought above his time*" ; *Economia Internazionale*, vol XLVIII, 3, Agosto, 1995.

Di Ruzza R. (1999) "*Evolutionnisme et Histoire*", *Economies et Société*, HS, n°35, 1, 1999.

Georgescu-Roegen N. (1995) «*Demain, la décroissance: entropologie-écologie-économie*» Editions Sang de la Terre.

Georgescu-Roegen N. (1987) «*Entropy* » in J. Eatwell, M. Milgate, P.K Newman, *The New Palgrave, A Dictionary of Economics*, vol I, London, Mc Millan Press, (p 153 - 156)

Georgescu-Roegen N. (1986) "Man and production", in Baranzani M. et Scazzieri R. (eds) "*Foundations of economics*", Basil Blackwell.

Georgescu-Roegen N. (1979) "*Methods in economic science*", *Journal of economic issues*, vol XIII, n°2, june.

Georgescu-Roegen Nicholas (1978) «*De la Science Economique à la Bioéconomie* » *Revue d'Economie Politique* t LXXXVIII n° 3 Mai-Juin 1978 (p 337 - 382).

Georgescu-Roegen N. (1978) "*Mechanistic dogma and economics*", *British review of economic issues*, 2.

Georgescu-Roegen (1977 a) «*What Thermodynamics and Biology Can Teach Economists* » *Bio-Science* vol XXVII avril (p 266 - 270).

Colloque de l'Association André Gide, les 26 et 27 septembre, Paris, (p 1 – 8).

Georgescu-Roegen N. (1977 b) «*Inequality, Limits and Growth from a Bioeconomics Viewpoint*» Review of Social Economy vol XXXV décembre (p 361 - 375).

Georgescu-Roegen N. (1976) «*Energy and Economic Myths*» New York Pergamon Press.

Georgescu-Roegen N. (1975) «*Bio-Economic Aspects of Entropy*» dans «Entropy and Information in Science and Philosophy» J. Zeman, Amsterdam Elsevier.

Georgescu-Roegen N. (1971) «*The Entropy Law and the Economic Process*» Cambridge, Harvard University Press.(4ème édition 1981).

Grinevald J. (1996) «*Nicholas Georgescu-Roegen : La Ley de la Entropia y el Proceso Economico*» Madrid, Fundacion Argentaria/ Visor 1, (p 1 - 37).

Grinevald J. (1993) "*Georgescu-Roegen-Roegen : bioéconomie et biosphère*"; Silence n°164, avril.

Grinevald J. (1973) «*La notion d'entropie dans la pensée contemporaine, fragments pour une recherche holistique sur le temps, le désordre et la mort*». Mémoire de maîtrise, Faculté de philosophie, Université de Besançon.

Guerrien B. (1999) "La société, objet complexe et changeant", Pour la Science, HS, 24, juillet.

Hirschman A.O (1997) «*La morale secrète de l'économiste*» Entretiens, Les Belles Lettres.

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 Mai (p 67 - 194).

Marshall A. (1898) «*Distribution and Exchange*» Economic Journal, (p 37 – 59).

On trouve aussi cet article sous la référence suivante : "*Mechanical and biological analogies in economics*", A. Marshall, 1898, in Mermorials of Alfred Marshall, A. C. Pigou (ed) Kelley & Millman, NY, 1956.

Vivien F. D. (1994) "*Economie et écologie*", La découverte.