

La bioéconomie de Nicholas Georgescu-Roegen : une nouvelle alliance entre l'économie et la biosphère

Nicholas Georgescu-Roegen's bioeconomics: a new alliance between the economy and the biosphere

Sylvie Ferrari¹

¹ Université de Bordeaux, CNRS, INRAE, BSE, UMR 6060, UMR 1441, F-33600 Pessac, France, sylvie.ferrari@u-bordeaux.fr

RÉSUMÉ. La bioéconomie est une nouvelle approche des relations entre l'économie et l'environnement qui a été développée par N. Georgescu-Roegen (1906-1994), un grand économiste du XX^{ième} siècle qui fut aussi mathématicien, philosophe et historien des sciences. L'économie, en tant que sous-système de la biosphère, est appréhendée dans un contexte écologique global. Par ailleurs, elle est indissociable de la dimension historique du développement des sociétés du fait de l'accès limité à un stock de ressources (énergie et matière) prélevés dans l'environnement. Cette orientation originale vise finalement à réconcilier le développement économique avec les contraintes écologiques et à conduire l'économie vers la sobriété.

ABSTRACT. Bioeconomics is a new approach to the relationship between the economy and the environment developed by N. Georgescu-Roegen (1906-1994), a great economist of the 20th century who was also a mathematician, philosopher and historian of science. The economy, as a sub-system of the biosphere, is understood in a global ecological context. It is also inseparable from the historical dimension of the development of societies, given the limited access to a stock of resources (energy and matter) taken from the environment. The ultimate aim of this original approach is to reconcile economic development with ecological constraints and to lead the economy towards sufficiency.

MOTS-CLÉS. Bioéconomie, loi d'entropie, énergie, matière, processus économique, sobriété, décroissance, Anthropocène.

KEYWORDS. Bioeconomics, entropy law, energy, matter, economic process, sufficiency, degrowth, Anthropocene.

« Seule une analyse de la relation intime entre la loi d'entropie et le processus économique peut mettre en évidence les aspects qualitatifs décisifs de ce processus pour lesquels l'analogie mécaniste de l'économie standard n'a pas sa place. » [GEO 71].

1. Introduction

N. Georgescu-Roegen (1906-1994) est sans nul doute l'un des plus grands économistes du XXI^{ème} siècle. Né à Constanza (Roumanie) en 1906, sa formation initiale fut celle des mathématiques à l'université de Bucarest. Grâce à l'obtention d'une bourse, il se rend à Paris pour y suivre ses études et soutient sa thèse en statistiques sur « Le problème de la recherche des composantes cycliques d'un phénomène » à la Sorbonne en 1930. Mathématicien, philosophe, historien des sciences, son intérêt pour l'économie apparaît quelques années plus tard lors d'un séjour à l'université de Harvard (1932-1934) à l'occasion duquel il rencontre un autre grand économiste, J.A. Schumpeter. Tous deux vont partager une vision évolutionniste du développement économique, vision marquée par des transformations radicales des phénomènes économiques et orientées par des changements de nature qualitative. A partir de cette période, N. Georgescu-Roegen va orienter définitivement ses recherches dans le champ de l'économie. Si ces premiers travaux s'inscrivent dans un cadre standard de la discipline, un tournant épistémologique s'engage dès les années 1950-1960 avec une analyse critique et sans concession de l'économie de son temps. La publication d'un premier ouvrage majeur intitulé « Analytical Economics: Issues and Problems » en témoigne. Il va notamment remettre en question la place accordée au formalisme mathématique et sa capacité à rendre compte des changements qualitatifs qui s'opèrent dans les processus économiques.

Selon lui, l'économie standard souffre de deux maux majeurs : d'une part, elle est profondément ancrée dans une approche mécaniste et, d'autre part, elle est déconnectée des contraintes biophysiques qui influencent les phénomènes économiques.

Concernant le premier, l'économie standard qui se construit dans la seconde moitié du XIX^{ème} siècle s'inscrit en effet dans une vision newtonienne des représentations du monde caractérisé le mouvement perpétuel. En procédant par analogie avec la mécanique classique, le fonctionnement de l'économie repose sur des concepts et des principes généraux (conservation, maximisation de l'utilité des consommateurs ou du profit des producteurs) tandis qu'une formalisation mathématique centrée sur des comportements rationnels des agents économiques est largement déployée à l'aide de modèles où le marché, mécanisme régulateur essentiel, intervient comme la force stabilisatrice.

Quant au second, N. Georgescu-Roegen fait de l'analyse des relations entre les activités économiques et l'environnement le cœur d'une approche renouvelée des processus économiques qu'il désigne sous le terme de bioéconomie. Sa démarche vise à édifier un nouveau paradigme économique qui relie de manière intrinsèque l'évolution biologique et l'adaptation des modes de production et de consommation des sociétés à des contraintes environnementales biophysiques. L'importance accordée à la notion de limites ainsi que la prise en compte de principes non économiques imposés aux activités économiques dessinent les contours d'une économie sous contraintes écologiques [FER 23, MIS 13].

Bien que l'œuvre de N. Georgescu-Roegen soit très dense et féconde pour la science économique, nous nous situons ici dans la période de la vie de l'économiste où les interrogations épistémologiques le conduisent vers l'élaboration du paradigme bioéconomique. Economiste hors du commun et profondément visionnaire, il est le précurseur d'une nouvelle approche de l'économie, une économie intégrée à la biosphère et dont les fondations biophysiques bousculent les représentations traditionnelles de sa discipline [GEO 71, GEO 76].

L'article présente dans un premier paragraphe les fondements physiques et biologiques de la bioéconomie. L'introduction et la généralisation de la loi d'entropie dans l'étude des phénomènes économiques permet d'étudier la manière dont les activités économiques transforment l'énergie et la matière prélevées dans la nature. Dans le deuxième paragraphe, la vision planétaire du développement des sociétés permet d'appréhender le fonctionnement du processus économique dans une perspective globale. Les relations d'interdépendances entre la nature et les activités économiques sont analysées sur un temps long et à l'aune de considérations d'éthique et de justice. Un dernier paragraphe apporte quelques perspectives pour repenser le bien-être de l'humanité face aux limites planétaires.

2. La bioéconomie, une économie aux fondements physiques et biologiques

De nature révolutionnaire, la bioéconomie rompt à la fois avec l'économie standard et l'épistémologie mécaniste de la physique Newtonienne. Les fondements mécanistes de l'économie sont abandonnés et laissent la place à des fondements biophysiques [GEO 78].

2.1. La nature entropique du processus économique

La première dimension de la bioéconomie concerne l'introduction de la loi d'entropie dans l'économie. Selon cette loi, appelée aussi second principe de la thermodynamique, l'entropie d'un système fermé s'accroît constamment. La référence à un système fermé implique l'apparition d'un équilibre caractérisé par un état où aucun travail n'est plus possible. Un changement qualitatif de l'énergie, la dissipation, est inévitable et c'est ce changement qui permet de comprendre les transformations au sein des systèmes économiques sur un temps long (importance de la portée historique du développement des sociétés).

Du point de vue physique, les activités économiques ne créent rien et ne font que transformer de l'énergie et de la matière disponibles en les dégradant de manière irréversible [GEO 71]. Du point de

vue économique, il existe une différence entre les éléments qui entrent dans le processus économique et ceux qui en sortent : des éléments de valeur et caractérisés par une faible entropie (ressources prélevées dans la nature) entrent dans le processus économique tandis que des éléments sans valeur, caractérisés par une haute entropie (les déchets) en sortent¹.

L'entropie est donc une mesure de la différence qualitative qui existe entre des ressources utiles et des déchets inutiles. Tout processus économique est donc par nature entropique : il s'accompagne d'une dissipation irréversible de l'énergie et de la matière dont la manifestation physique est la production de déchets et de polluants dans l'environnement.

Le fonctionnement du processus économique ne peut être dissocié ni de l'existence d'un flux immatériel, appelé « *the enjoyment of life* »², qui est la raison d'être de tout processus économique, ni de l'accroissement de l'entropie de l'environnement. Ce dernier se manifeste par la raréfaction des dotations de ressources de basse entropie énergétiques et minérales, et par la dégradation de la nature sous forme de rejets polluants et de déchets [GEO 71, GEO 76]. Ainsi, aucune activité économique, de production ou de consommation, ne peut plus être dissociée des lois qui s'appliquent à la biosphère. Ce sont ces interdépendances soumises à la loi d'entropie qui sont à l'origine de changements qualitatifs au sein de tout processus économique.

Non seulement la loi d'entropie a été introduite dans l'économie par N. Georgescu-Roegen, mais elle a été aussi généralisée à la matière. Ce point est fondamental pour comprendre la portée de la bioéconomie [GEO 78, GEO 82].

Le processus économique est traversé à la fois par des flux d'énergie et des flux de matière. Tout comme l'énergie se dissipe irrévocablement, la matière passe d'un état disponible à un état dissipé. L'une et l'autre ne peuvent être utilisées qu'une seule fois. Une implication directe de cette loi concerne le mythe du recyclage complet de la matière. A l'échelle humaine, un tel recyclage supposerait un processus réversible où toutes les molécules dissipées pourraient être récupérées et assemblées de sorte que l'objet matériel retrouverait son état initial. Or, en physique, les processus réversibles s'opèrent à une vitesse très lente, ce qui permet d'éviter tout frottement. Un tel mouvement prend un temps infini. C'est pourquoi dans la réalité le recyclage ne peut être que partiel : il existe des molécules qui sont irréversiblement perdues, dissipées, qui représentent la matière non disponible [GEO 76].

Ainsi, l'organisation spatiale et temporelle des activités économiques sont intrinsèquement liées aux éléments de la biosphère et aux lois qui les ordonnent. L'économie en tant qu'activité humaine motivée par la satisfaction des besoins ne cesse de puiser et d'épuiser les ressources de la biosphère dont les quantités (à la fois les stocks et les flux) et les qualités sont irréversiblement modifiées. Au cœur de la bioéconomie, les changements qualitatifs qui s'opèrent au sein du processus économique avec la dégradation de l'énergie et de la matière traduisent une variation de la qualité des éléments qui participent à la satisfaction des besoins humains, et orientent de manière irrévocable le développement des sociétés dans le temps.

2.2. L'origine biologique du processus économique

La bioéconomie porte en elle l'origine biologique du processus économique et par là même le problème de l'existence de l'humanité et de la finitude des ressources accessibles³, inégalement

¹ A côté de la production de déchets, on peut mentionner que le processus économique produit des éléments caractérisés d'un point de vue physique par une faible entropie. Il s'agit de l'ensemble des biens produits pour la satisfaction des besoins humains.

² La traduction française est « la joie de vivre ».

³ Toute l'énergie disponible ne peut pas être utilisée par l'homme. Seule une fraction de celle-ci est accessible. L'accessibilité peut être mesurée à l'aide du rendement thermodynamique de Carnot, lequel est d'ailleurs toujours strictement inférieur à un. L'efficacité du progrès technique est donc limitée par la loi d'entropie.

localisées et inégalement appropriées [GEO 77b]. Le processus économique est envisagé comme une continuation, une extension de l'évolution biologique, qui est rendue possible par d'autres moyens non plus endosomatiques mais exosomatiques. Selon N. Georgescu-Roegen, influencé par le mathématicien et biologiste A. Lotka, l'évolution endosomatique fait référence à l'évolution biologique des espèces vivantes tandis que l'évolution exosomatique renvoie à l'usage d'organes détachables, extérieurs à la personne et produits à partir des ressources d'énergie et de matière (outils, technologies...).

Dans la perspective bioéconomique, ce sont les instruments exosomatiques qui ont permis à l'humanité d'assurer des prélèvements croissants de ressources de basse entropie dans la nature. La lutte économique est donc centrée sur la recherche incessante de cette basse entropie terrestre pour la satisfaction des besoins humains. Or, les quantités d'énergie et de matière accessibles -via les technologies- sont nécessairement finies en vertu des principes de la thermodynamique. Dans ces conditions, les activités industrielles participent à la raréfaction absolue des dotations terrestres de basse entropie.

L'évolution exosomatique de l'humanité s'est accompagnée de la production croissante de technologies créées à partir de quantités d'énergie et de matière puisées dans les stocks de ressources terrestres. Or, les quantités d'énergie et de matière accessibles sont nécessairement finies étant donné les implications de la thermodynamique. Non seulement l'efficacité des transformations mobilisant de l'énergie n'est pas illimitée, mais la quantité de basse entropie disponible dans l'environnement ne peut être utilisée qu'une seule fois par l'homme. Là réside le fondement d'une véritable rareté [GEO 77b].

La puissance du progrès technique constitue ainsi un facteur majeur des transformations irréversibles de la nature par les sociétés. La dynamique des activités économiques soutenue par le progrès technique participe activement à la raréfaction absolue des dotations terrestres de basse entropie. Une autre implication ici de l'évolution exosomatique est qu'elle s'accompagne de la permanence de conflits sociaux et d'inégalités entre les pays riches et les pays pauvres. L'origine des inégalités économiques réside selon N. Georgescu-Roegen dans l'attachement exosomatique des modes de vie [GEO 77b, GEO 78] : la division sociale engendre des conflits sociaux via l'appropriation des technologies. Au niveau mondial, les inégalités découlent du contrôle de l'exploitation des ressources naturelles par quelques pays au détriment d'autres pays moins développés.

2.3. La bioéconomie, un paradigme d'irréversibilités et de limites

L'appartenance originelle de l'acte économique à la biologie et sa dépendance aux principes de la thermodynamique font de la bioéconomie une approche nouvelle des phénomènes économiques. Ce n'est plus le temps dynamique avec ses trajectoires réversibles mais le temps historique qui permet d'appréhender l'irréversibilité des transformations et les limites de la biosphère.

L'introduction de la loi d'entropie en économie permet de considérer de manière explicite l'irréversibilité [GEO 71]. Cette loi est à la fois une loi d'évolution et une loi temporelle. C'est une loi d'évolution où l'attribut ordinal du système est l'entropie : l'évolution de l'entropie dans le temps permet de caractériser le système considéré.

« An evolutionary law is a proposition that describes an ordinal attribute E of a given system (or entity) and also states that if $E_1 < E_2$ then the observation of E_2 is later in Time than E_1 , and conversely. That is, the attribute E is an evolutionary index of the system in point » [GEO 71, p.128]. Et d'ajouter : « Still more important is the fact that an ordinal measure of any such E can tell even an "objective" mind (...) the direction in which Time flows. Or to use the eloquent term introduced by Eddington, we can say that E constitutes a "time's arrow" ».

C'est aussi une loi temporelle qui est fonction du temps historique noté T , c'est à dire du temps qui contient une succession continue de moments qui sous-tendent la succession des générations. Cela

signifie que la loi d'entropie n'a de sens que si l'écoulement du temps est considéré dans la conscience de l'observateur. « Let $E(T_1)$ and $E(T_2)$ be the entropies of the universe at two different moments in time, T_1 and T_2 respectively; if $E(T_1) < E(T_2)$ then T_2 is later than T_1 - and conversely. (...) The full meaning of the law is that the entropy of the universe increases as Time flows through the observer's consciousness. Time derives from the stream of consciousness, not from the change in entropy » [GEO 71, p.133].

Il y a ainsi une rupture totale avec les représentations traditionnelles en économie qui sont portées par le paradigme de la mécanique classique dont les deux piliers majeurs sont l'absence de changement qualitatif et la réversibilité du temps.

Le système économique se situe dans un monde fini, celui délimité par son appartenance à l'ensemble englobant, c'est-à-dire la biosphère. Les flux qui circulent à travers le système économique sont des flux physiques, à savoir des flux d'énergie et de matière. C'est là une vision radicalement différente de celle de l'économie standard qui considère l'économie comme un système autonome traversé uniquement par des flux monétaires et réels dans un monde sans limite !

Dans une perspective bioéconomique, la dimension dialectique de l'évolution économique accorde aux changements qualitatifs et au développement qui les porte une place fondamentale. L'ouverture du système économique sur la biosphère accorde un rôle majeur aux échanges entre les deux : la loi d'entropie rend compte du processus de dégradation de l'énergie et de la matière. Elle conduit le processus économique sur la voie de l'irréversibilité.

Enrichie d'un double héritage constitué par la biologie évolutionniste et la physique thermodynamique, l'économie change de nature et de sens : la face énergétique et matérielle est représentée par des transformations orientées par la loi d'entropie tandis que la face immatérielle se traduit par le flux de la joie de vivre, les deux dynamiques étant indissociables. D'où une question majeure : comment garantir la persistance de ce flux immatériel tout en maîtrisant de telles transformations ?

3. La bioéconomie, une science pratique de l'économie planétaire⁴

La bioéconomie invite à poser un nouveau regard sur la relation entre les humains et la biosphère. Cette perspective conduit à revoir les implications des choix économiques à l'heure de l'Anthropocène [BON 13].

3.1. Le rôle des principes bioéconomiques dans les décisions économiques

La portée planétaire de la bioéconomie suppose d'intégrer le développement des sociétés dans une perspective historique et écologique où la justice prend une place essentielle. Il s'agit alors de considérer les liens entre les générations successives dans les décisions destinées à prévenir les effets indésirables des activités économiques. A ce propos, N. Georgescu-Roegen écrit : "One of the most important ecological problems for mankind, therefore, is the relationship of the quality of life of one generation with another – more specifically, the distribution of mankind's dowry among all generations." [GEO 76].

Dans la perspective bioéconomique, l'éthique tient également une place fondamentale dans les activités économiques dont la finalité vise la conservation de l'espèce humaine sur un temps long [FER 21]. Cette finalité ne peut être détachée de la préservation de la biosphère et des relations entre le vivant et l'inanimé qui s'inscrivent dans le développement des sociétés.

⁴ Cette expression est empruntée à J. Grinevald. GRINEVALD J., « La révolution bioéconomique de Nicholas Georgescu-Roegen », *Stratégies énergétiques, Biosphère et Société*, p. 23-24, 1992.

Un premier principe bioéconomique vise à augmenter la durée de vie de l'espèce humaine, ce qui suppose d'économiser les stocks de ressources accessibles. Il écrit à ce sujet : "if the present inflow from nature is incommensurate with the safety of our species, it is only because the population is too large and part of it enjoys excessive comfort. Economic decisions will always forcibly involve both flows and stocks. Is it not true that mankind's problem is to economize a stock for as large an amount of life as possible, which implies to minimize a flow for some "good life"?. [GEO 75] Ce principe bioéconomique implique de « faire avec moins » dans les décisions économiques pour préserver l'humanité [GEO 77a].

Un second principe bioéconomique est mobilisé du fait d'un contexte d'incertitudes liées à la demande des générations futures. Il s'agit du principe de minimisation des regrets futurs [GEO 78]. Ce principe introduit une obligation morale à l'égard des générations futures en considérant la nécessité de leur transmettre un stock de ressources d'énergie et de matière, et de prévenir les effets indésirables des activités économiques. Cela implique la mise en œuvre de stratégies de conservation des ressources naturelles à l'échelle de la biosphère.

La conservation des dotations d'énergie et de matière accessibles ainsi que l'harmonisation des besoins des générations présentes et futures résident au centre du programme bioéconomique présenté au début des années 1970 [GEO 78]. Ce dernier est construit autour d'un ensemble d'orientations en matière de politiques publiques permettant d'économiser les stocks de ressources afin d'augmenter la durée de vie de l'humanité [GEO 75, GEO 77a]. Pour y parvenir, la minimisation des flux pour maintenir les stocks nécessaires à la satisfaction des besoins des générations successives ainsi que la redistribution des ressources de la nature à l'échelle intragénérationnelle (entre les générations présentes) sont nécessaires. Ce programme contient de nombreuses recommandations : l'interdiction de la production d'armes ; l'aide au développement des nations sous-développées ; la maîtrise de la population jusqu'à un niveau compatible avec une production agricole d'origine biologique ; la réduction des gaspillages et des déchets énergétiques ; le renoncement à l'acquisition de biens futiles (gadgets, objets surdimensionnés...) ; le changement dans le comportement des consommateurs (refus du jetable...) et la réduction de la dépendance aux instruments exosomatiques ; l'augmentation de la durée des biens et des possibilités de les réparer ; le renoncement à produire des biens économes en temps de travail pour pouvoir produire d'autres biens économes en temps, et cela à l'infini. Ce dernier point fait référence à l'impossibilité d'économiser du temps dans des processus qui utilisent de l'énergie.

Le programme bioéconomique a pour finalité de contribuer au maintien des conditions d'existence de l'humanité dans un monde vivable grâce à des efforts en matière de maîtrise de l'évolution entropique. L'orientation proposée est conditionnée par une transformation majeure des modes de vie des pays industrialisés qui repose sur l'acceptation d'une réduction du confort matériel de l'existence et sur le renoncement à un attachement matérialiste.

Enfin, ce programme repose sur un changement dans les valeurs ainsi que dans les modes de préservation de la nature pour l'ensemble des générations sur un temps long. Cette perspective s'inscrit dans une approche globale du développement des sociétés dont les dynamiques dépendent fortement de déterminants écologiques, culturels et institutionnels [FER 21].

3.2. L'abandon de la croissance à tout prix

La bioéconomie révèle la difficulté de poursuivre la croissance à l'infini. Ignorer la loi d'entropie reviendrait à soutenir l'idée qu'une croissance économique est possible dans un environnement fini.

Or, la croissance économique conduit irréversiblement vers un double mouvement : la réduction de quantités de ressources de basse entropie terrestre (énergie et matière) et la dégradation de leur qualité. Dans une perspective écologique globale, la nature entropique du processus économique étant à l'origine de la rareté, deux phénomènes sont observés [GEO 76]. D'une part, la réduction des quantités de ressources utilisées s'accompagne d'une raréfaction des ressources *in situ* de manière irréversible, la

biosphère étant un système fermé du point de vue de la matière. D'autre part, la dégradation qualitative des ressources naturelles conduit à l'accroissement de déchets qui dégradent durablement les processus naturels au sein de la biosphère (perturbations de cycles biogéochimiques, réduction de la biodiversité...).

Pour N. Georgescu-Roegen, les sociétés industrielles ont atteint des niveaux de vie qui ne sont pas durables et qui sont source d'inégalités à l'échelle globale [GEO 77b]. Cette situation doit conduire à un changement de finalité pour l'économie avec l'abandon de la croissance. Les trajectoires de croissance ne sont pas compatibles avec les limites biophysiques de la biosphère. Il écrit : “[...] not only growth, but also a zero-growth state, nay, even a declining state which does not converge toward annihilation, cannot exist forever in a finite environment.” Son analyse sur les limites de l'état stationnaire comme solution au problème entropique de l'humanité le conduit à envisager un “declining state” [GEO 75, p. 369].

La production de nouvelles technologies pour satisfaire les besoins illimités ne peut être réalisée sans des prélèvements d'énergie et de matière de basse entropie. La priorité doit être donnée au maintien des conditions nécessaires pour assurer la satisfaction des besoins essentiels des générations présentes et futures. Ainsi, le projet de société que N. Georgescu-Roegen propose est indissociable de la perspective planétaire dans laquelle s'inscrit la bioéconomie et où la dimension éthique peut être résumée par le principe suivant : “Thou shalt love they species as thyself (...) each generation must take into account the demand (i.e. the needs) of future generations, for these generations cannot yet be present to bid their share of mankind's dowry of available matter-energy.” [GEO 77b, p. 374].

N. Georgescu-Roegen dénonce le problème engendré par la croissance des sociétés industrielles et insiste sur la nécessité de s'orienter vers un nouveau paradigme pour contrer les effets de cette croissance. Cela s'accompagne d'une transformation radicale des processus de production et de consommation. Il adopte ainsi une position critique à l'égard du développement des pays industrialisés car les trajectoires de croissance sont incompatibles avec les enseignements de la loi d'entropie dans un monde fini.

“Undoubtedly, the current growth must cease, may be reversed. But anyone who believes that he can draw a blueprint for the ecological salvation of the human species does not understand the nature of evolution, or even of history, which is that of a permanent struggle in continuously novel forms, not that of a predicable, controllable physico-chemical process, such as boiling an egg or launching a rocket to the moon.” [GEO 75, p.369].

Si la loi d'entropie indique la direction générale d'un système isolé, elle n'indique ni le rythme ni les caractéristiques des nouveaux états thermodynamiques futurs. Selon N. Georgescu-Roegen, la loi d'entropie « determines neither *when* [...] the entropy of a closed system will reach a certain level nor exactly *what* will happen. » [GEO 71, p.12]. Dans un contexte d'incertitudes, il existe ainsi une indétermination entropique. Cette situation est renforcée par le fait que l'on ne peut pas prévoir l'apparition de nouvelles techniques qui vont accompagner les changements qualitatifs qui ponctuent l'évolution du processus économique sur un temps long.

3.3. Le chemin vers une société de la sobriété

La bioéconomie de N. Georgescu-Roegen nous conduit vers une société de sobriété où les stratégies de conservation tiennent une place majeure [GEO 78]. En refusant une société qui gaspille ses ressources de basse entropie et participe à la réduction de ses choix dans le futur, l'adoption du programme bioéconomique peut s'accompagner d'une société qui se détache progressivement de son confort exosomatique et qui contribue à une redistribution des richesses au niveau mondial. La sobriété apparaît comme un levier pour réduire l'empreinte écologique des sociétés industrielles tout en assurant une justice globale.

La protection de la biosphère étant une condition nécessaire pour assurer le bien-être de l'humanité, les générations présentes sont dotées d'une obligation morale dont elles ne doivent pas se soustraire. Cette perspective répond à la modération des besoins en lien avec des décisions économiques orientées par le temps long. Elle invite également à quitter le paradigme de la croissance pour le remplacer par celui d'une prospérité basée sur le flux immatériel de la joie de vivre [GEO 71].

Face à la finitude du monde, la conception historique du temps qui relie les générations successives entre elles invite à définir au préalable des contraintes écologiques et éthiques avant tout choix économique. Si tel n'était pas le cas, alors il ne serait pas possible de stopper l'accélération du processus de dissipation de l'énergie et de la matière depuis notre entrée dans l'Anthropocène. Dans ce contexte, il est urgent de limiter l'extension de la sphère économique, ce qui passe par la maîtrise des effets de la loi d'entropie, et de renoncer à la finalité de la croissance qui réduit irréversiblement les dotations de basse entropie terrestre [GEO 76]. Au sein du temps historique, la décroissance, en tant que renoncement à cette finalité, apparaît ainsi inéluctable.

Dans ce contexte, la portée philosophique de la bioéconomie se traduit par la nécessité d'une nouvelle éthique, une éthique des limites, pour repenser les liens entre la transformation de la nature et l'évolution des sociétés. L'éthique environnementale de N. Georgescu-Roegen est une éthique d'inspiration écocentrique : elle est ouverte sur la biosphère et les actions morales visent sa protection sur un temps long. On peut noter également le rôle essentiel accordé aux interdépendances comprises comme l'expression de la solidarité entre l'homme et la nature [FER 21]. Par ailleurs, l'éthique des limites autorise l'accès à une économie de suffisance afin d'assurer une vie bonne pour tous. Sur ce dernier point, il est nécessaire d'assurer une redistribution préalable des richesses à l'échelle de la biosphère afin de pouvoir répartir les biens et les maux de manière plus juste entre les habitants de la planète (justice sociale entre les générations actuelles). Les stratégies de conservation des ressources pour préserver la qualité de vie des générations futures constitue une voie complémentaire qui implique une limitation des besoins des générations présentes les mieux loties.

Tandis que la portée éthique de son approche repose sur la nécessité de prendre en compte les limites écologiques au sein des activités économiques, les interdépendances entre l'évolution des sociétés et les contraintes écologiques mises en exergue par la bioéconomie constituent le socle sur lequel une économie de la sobriété peut s'édifier [FER 21, FER 23]. Face aux limites planétaires⁵, ce modèle d'économie basée sur une justice globale peut constituer un modèle de développement compatible avec le respect des conditions d'habitabilité de la biosphère.

4. Perspectives

La bioéconomie de N. Georgescu-Roegen invite à reconsidérer l'économie dans un nouveau rapport à la nature et au temps. Les relations entre les activités humaines et l'environnement doivent prendre en compte le mode de vie de l'humanité en tant qu'espèce biologique ainsi que l'existence d'interdépendances sur un temps long. Elle peut nous conduire à conserver les dotations d'énergie et de matière accessibles et à veiller à l'harmonisation des besoins des générations présentes et futures. Pour cela, la maîtrise des effets de la loi d'entropie implique le ralentissement de la vitesse de circulation des flux d'énergie et de matière dans l'économie afin que la réduction de la dissipation à l'échelle des processus économiques puisse se réaliser. Au sein de ce paradigme nouveau, la finalité de l'activité économique est la conservation de l'espèce humaine sur un temps long au sein duquel des principes d'éthique et de justice bordent les choix économiques.

C'est une nouvelle alliance entre l'économie et la biosphère qui se dessine, une alliance portée par des interdépendances biophysiques et éthiques qui structurent, orientent le fonctionnement des activités économiques. La bioéconomie, en tant qu'approche à la fois théorique et pragmatique, peut apporter

⁵ La définition du concept de « limites planétaires » renvoie à l'article de Rockström et al. (2009).

des réponses au problème écologique de l'humanité en demeurant à l'intérieur des limites planétaires. Encore faut-il qu'elle soit écoutée au regard des efforts moraux demandés ! C'est là un défi majeur. Sur ce point, on peut citer N. Georgescu-Roegen : "Will mankind listen to any program that implies a constriction of its addiction to exosomatic comfort?" [GEO 76, p.35].

Bibliographie

- [BON 13] BONNEUIL C., Fressoz J-B., *L'évènement Anthropocène*. Seuil, 2013.
- [FER 23] FERRARI S., *Nicholas Georgescu-Roegen et la bioéconomie*. Ed. Le Passager Clandestin, 2023.
- [FER 21] FERRARI S., « Ethique et bioéconomie chez Nicholas Georgescu-Roegen », *Cahiers d'économie politique*, Volume 1 n°79, pp. 213-242, 2021.
- [GEO 82] GEORGESCU-ROEGEN N. "La dégradation entropique et la destinée prométhéenne de la technologie humaine", *Economie Appliquée*, volume 35, numéros 1-2, p. 1-26, 1982.
- [GEO 78] GEORGESCU-ROEGEN, N. « De la science économique à la bioéconomie », *Revue d'Economie Politique*, numéro 3, Mai-Juin, 337-382, 1978.
- [GEO 77a] GEORGESCU-ROEGEN N., "What thermodynamics and biology can teach economists", *Atlantic Economic Journal*, 5, (1), March, p. 13-21, 1977.
- [GEO 77b] GEORGESCU-ROEGEN, N. « Inequality, limits and growth from a bioeconomic viewpoint », *Review of Social Economy*, XXXV, december, 361-75, 1977.
- [GEO 76] GEORGESCU-ROEGEN N., *Energy and economic myths*, Pergamon Press, 1976.
- [GEO 75] GEORGESCU-ROEGEN N., « Energy and economic myths », *Southern Economic Journal*, Vol. 41, No. 3, p. 347-381, 1975.
- [GEO 71] GEORGESCU-ROEGEN, N., *The entropy Law and the economic process*, Harvard University Press, 1971.
- [GEO 66] GEORGESCU-ROEGEN, N., *Analytical Economics: issues and problems*, Harvard University Press, 1966.
- [MIS 13] MISSEMER, A., *Nicholas Georgescu-Roegen, pour une révolution bioéconomique*, ENS Editions, 2013.
- [ROC 09] ROCKSTRÖM, J., STEFFEN W., NOONE, K., PERSSON, Å., CHAPIN, F. S., LAMBIN E. F., LENTON, T. M., SCHEFFER M., FOLKE C., SCHELLNHUBER H. J., NYKVIST B., DE WIT C. A., HUGHES T., VAN DER LEEUW S., RODHE H., SÖRLIN S., SNYDER P. K., COSTANZA R., SVEDIN U., FALKENMARK M., KALBERG L., CORELL R.W., FABRY V. J., HANSEN J., WALKER B., LIVERMAN D., RICHARDSON K., CRUTZEN P., FOLEY J. A., A safe operating space for humanity, *Nature*, Vol 461, 24 September, 2009.