

Théorie de la dynamique économique : une réévaluation de la tentative de Nicholas Georgescu-Roegen

Philippe Dulbecco*

CERDI, UMR N°6587 du CNRS et Université d'Auvergne Clermont 1

Pierre Garrouste**

ATOM et Université Lumière Lyon 2

Introduction

Nicholas Georgescu-Roegen (G-R) est connu à la fois pour sa contribution essentielle à l'analyse économique et pour sa volonté de fonder une approche bioéconomique. Une composante significative de son œuvre scientifique sera sur cette base consacrée à l'élaboration d'une analyse économique dynamique alternative¹. Son étude de la production est exemplaire de cette volonté. Le modèle flux-fonds, la mise en évidence du problème de l'oisiveté des fonds *i.e.* de la rareté du temps, la distinction entre processus irréversible et processus irrévocable sont quelques incarnations, pour G-R du caractère fructueux du dépassement d'une conception mécanique de l'économie.

L'objet de notre contribution est de revenir sur cette tentative de construction d'une analyse économique fondamentalement dynamique, libérée des catégories analytiques issues de la mécanique et revendiquant un ancrage dans la thermodynamique² afin d'en proposer une évaluation. Notre analyse poursuit un double objectif. Le premier consiste à mettre l'accent sur l'originalité de l'approche développée par G-R, sur ses spécificités et sur l'intérêt de sa démarche eu égard aux questions traditionnellement traitées

* Université d'Auvergne Clermont 1, 65 Bd. François Mitterrand, 63000 Clermont Ferrand.
E.mail : P.Dulbecco@cerdi.u-clermont1.fr

** ATOM, 106-112 Bd. de l'Hôpital, 75013 Paris. E.mail : galau@club-internet.fr

¹ Ainsi espère-t-il présentant les objectifs de *The Entropy Law and the Economic Process*, que "this book will achieve one of its main objectives, namely, that of proving that the economic process as a whole is not a mechanical phenomenon" (Georgescu-Roegen, (1971) p. 139).

² G-R dit aussi s'inspirer de la biologie évolutionniste, en particulier des travaux pionniers de Alfred Lotka.

par l'analyse économique. Le second vise à apprécier la cohérence globale de la démarche scientifique de G-R.

L'étude du progrès de la connaissance scientifique en général, et en économie en particulier voit souvent opposer l'histoire externe à l'histoire interne³. La première interprète la croissance de la connaissance scientifique à l'aide de facteurs sociologiques et psychologiques; elle considère que l'histoire des sciences doit faire appel à des éléments d'explication qui sont externes à l'activité scientifique proprement dite⁴. La seconde considère que l'activité scientifique a sa propre logique de construction et d'évaluation et qu'elle peut, avec ses propres critères, expliquer son évolution⁵.

Il existe un certain nombre de tentatives visant à réconcilier ces deux approches. Ainsi Lakatos montre « *comment* l'historiographie des sciences devrait apprendre de la philosophie des sciences et *vice versa* ». Et il poursuit en écrivant que « la philosophie des sciences offre des méthodologies normatives qui permettent à l'historien de reconstruire « l'histoire interne' et offre donc une explication rationnelle à la croissance de la connaissance objective » et que « toute reconstruction rationnelle doit être complétée par une « histoire externe' empirique (socio-psychologique) » (Lakatos (1983) p. 102).

Notre interprétation de l'évolution de la pensée de G-R⁶ s'appuie sur une telle approche. En d'autres termes, nous pensons que G-R, dont les travaux se sont tout d'abord inscrits dans le cadre d'un programme de recherche scientifique (PRS) existant (dit « standard ») a, du fait d'un ensemble d'insatisfactions éprouvé quant à ce programme, tenté de construire un nouveau PRS, la bioéconomie, dont il a cherché à définir les fondements (c'est à dire le *noyau dur* et l'*heuristique positive*)⁷ et qu'il a voulu assurer à l'aide d'une *ceinture protectrice*: la théorie de la dynamique des processus de production.

Il est ici toutefois important de préciser d'une part qu'il s'agit là d'une « reconstruction rationnelle » (Lakatos (1983)) dans la mesure où G-R n'a jamais explicitement affirmé sa volonté d'élaborer un nouveau PRS, d'autre part que cette reconstruction est complétée par une « histoire externe » fondée sur une interprétation du parcours intellectuel de G-R.

³ Cette distinction est sans rapport « direct » avec celles auxquelles se réfèrent les historiens de la pensée économique.

⁴ "External history explains why some people have false beliefs about scientific progress, and how their scientific activity may be influenced by such beliefs." (Lakatos (1983) p. 117).

⁵ Pour aller vite, parce que ce n'est pas notre propos de la traiter ici, la différence entre histoire externe et histoire interne renvoie à celle que l'on établit entre sociologie des sciences et philosophie des sciences

⁶ Il existe, bien sûr, d'autres possibilités. Cf. par exemple Dufourt et Garrouste (1993) qui montrent que l'évolution de la pensée d'un auteur est liée à sa volonté de maintenir une cohérence entre les niveaux épistémologique, méthodologique et théorique de ses travaux.

⁷ Pour Lakatos, le *noyau dur* d'un PRS est constitué par l'ensemble des propositions ontologiques et méthodologiques qu'une communauté de scientifiques acceptent et estime ne devoir pas faire l'objet d'un test empirique. L'*heuristique positive* est définie par l'ensemble des directions de recherche qui sont susceptibles de renforcer un PRS. La *ceinture protectrice* d'un PRS est l'ensemble des théories produites par ce PRS et qui sont soumises à une confrontation empirique.

Un certain nombre d'éléments sont de nature à rendre une telle reconstruction rationnelle (*l'histoire interne*) plausible. D'abord, le jugement de G-R lui-même sur son projet. G-R n'hésite pas en effet à situer sa recherche scientifique dans une généalogie qui associe Copernic (1543) et Darwin (1859) (G-R (1975) cité par Grinevald (1996))⁸. Les autobiographies laissées par notre auteur sont sans ambiguïté quand à sa conscience d'avoir développé une approche radicalement nouvelle – la bioéconomie – de l'étude des phénomènes économiques (G-R (1992a), (1992b)); une approche consistant à reformuler le principe même de la rareté et partant de la valeur⁹. La diffusion du « changement de paradigme » prôné par G-R s'est, par ailleurs, faite directement et indirectement à travers l'*International Society for Ecological Economics* créée en 1988 et qui publie la revue *Ecological Economics*¹⁰. Directement d'abord en raison du fait que parmi les fondateurs et animateurs de cette nouvelle école de l'économie écologique figure H.E. Daly, ancien élève de G-R ayant adopté dès 1968 son approche de la bioéconomie (Grinevald, Rens (1995))¹¹. La diffusion de la révolution bioéconomique de G-R s'est aussi réalisée indirectement précisément à travers le développement de l'économie écologique qui reprend à son compte les principaux fondements de la bioéconomie en particulier la référence à la thermodynamique et à la biologie¹²; l'économie devient une science de la vie¹³. Et même si bien sûr il existe des débats notamment en ce qui concerne un nécessaire « droit d'inventaire » dans l'héritage de G-R, personne ne conteste à G-R la paternité de la bioéconomie.

Les éléments d'*histoire externe* nous sont inspirés par l'itinéraire « intellectuel » de G-R. Une catégorisation de l'œuvre laissée par G-R permet en réalité de distinguer trois grandes périodes, chacune d'entre elles reflétant une posture particulière à l'égard de la théorie économique néo-classique dominante¹⁴.

La première (1934, 1960) est celle d'un mathématicien doué devenu un économiste talentueux. Titulaire d'une bourse de la fondation Rocke-

⁸ « Le génie de Nicholas Georgescu-Roegen est d'avoir ouvert la voie à une nouvelle articulation entre la révolution carnotienne et la révolution darwinienne et d'en avoir souligné les immenses implications pratiques pour la survie à long terme de l'espèce humaine dans ce monde fini qu'est la Biosphère, c'est-à-dire la planète Terre, l'unique planète vivante et « consciente » du système solaire (et peut-être, nous n'en savons strictement rien, du cosmos) » (Grinevald (1996) p.27).

⁹ « The root of economic scarcity, hence of economic value as well, lies in the entropic degradation of energy and of matter in bulk » (G-R (1992a) p. 149).

¹⁰ Mais aussi à travers la fondation en 1990 de l'*European Association for Bioeconomic Studies*.

¹¹ Voir en particulier le numéro spécial de *Ecological Economics* publié en 1997 par Daly.

¹² C'est ainsi que Schulz explique que « modern ecological economics can be built largely on the conceptual foundation given by Nicholas Georgescu-Roegen » (Schulz (1998) p.1).

¹³ Voir par exemple Söllner (1997), Cleveland, Ruth (1997), Gowdy, O'Hara (1997), Daly (1997), Ayres (1997), Pearce (1997), Perrings (1997).

¹⁴ Ce découpage de l'itinéraire intellectuel de G-R peut aussi être justifié par la lecture de ses autobiographies (G-R (1992a), (1992b)). Seifert (1994) retient un découpage très proche du notre.

feller cette période, bien qu'entrecoupée d'un long retour en Roumanie¹⁵ (1936, 1949), est marquée d'un point de vue académique par des contributions significatives à l'analyse économique néo-classique, dans le domaine de la théorie du consommateur des choix et de l'utilité¹⁶, mais aussi dans celui de l'analyse de la production¹⁷. G-R est alors considéré comme l'un des économistes les plus doués de sa génération¹⁸. Côté Schumpeter, Leontieff, Mason, Taussig... , sollicité pour ses solides compétences en mathématiques,¹⁹ G-R acquiert en très peu de temps une forte notoriété à l'intérieur de la profession et plus particulièrement à l'intérieur du courant néo-classique dominant.

La seconde période (1960, 1971) est celle d'un économiste désenchanté cherchant à redresser voire à dépasser cette même analyse économique néo-classique. C'est probablement dans les conditions de son retour en 1936 en Roumanie que se trouve l'origine de ce désenchantement. C'est en effet à partir de cette date que G-R commence, selon ses propres aveux, à se sentir déçu par l'économie néo-classique (G-R (1992a) p.133), par une économie qui « a tiré une fierté particulière à opérer un tableau sans l'homme » (G-R (1970) p.107), qui fait abstraction de la dimension institutionnelle des phénomènes étudiés et qui en tant que tel fournit des principes « qui ne sont rien d'autre que des « boîtes vides » dont on ne peut tirer que des généralités vides » (*ibid.*, p.112). Ce que reproche en effet fondamentalement G-R à l'analyse néo-classique traditionnelle c'est de traiter de toute situation économique de toute réalité particulière en utilisant les mêmes catégories analytiques, et plus directement d'étudier une économie agricole confrontée à un problème de surpopulation – telle que la Roumanie – avec les mêmes outils que ceux conçus dans la perspective d'analyser les économies industrielles développées²⁰. C'est cette insatisfaction qui le conduira dans un premier temps à critiquer puis après son retour à Harvard à dépasser la méthode traditionnelle d'analyse des phénomènes économiques. Mais si de l'aveu même de l'auteur, sa rupture avec l'analyse néo-classique est consommée dès 1960 avec la publication dans les *Oxford Economic Papers* de "Economic Theory

¹⁵ Il s'agit d'un retour dans la mesure où G-R quitte la Roumanie en 1927 pour préparer à la Sorbonne un Doctorat de Statistique (1927-30) avant de se rendre en Grande-Bretagne à Londres, puis aux États-Unis à Harvard.

¹⁶ C'est durant cette période que G-R publie « The Pure Theory of Consumer's Behavior » (1936) considéré par beaucoup au premier titre desquels Samuelson comme l'une des contributions les plus significatives à la théorie des choix.

¹⁷ Cf. les travaux rassemblés dans G-R (1966) et Koopmans (ed.) (1951).

¹⁸ Peut être est-il ici utile de rappeler que G-R aura publié quatre articles en moins d'un an et demi lors de son premier séjour à Harvard (entre 1934 et 1936) c'est-à-dire au tout début de sa carrière d'économiste.

¹⁹ C'est à cette époque que Schumpeter propose à G-R d'écrire un ouvrage en collaboration; c'est aussi à cette époque que Taussig qui édite le *Quarterly Journal of Economics* sollicite G-R pour arbitrer la controverse entre Pigou et Friedman concernant l'évaluation de l'élasticité de la demande.

²⁰ Ainsi G-R réaffirme très symptomatiquement dans la préface de *Energy and Economic Myths*: "I would be among the last servants of science to deny the indispensable role of theory, which must necessarily aspire to be quantitative and hence mathematical, provided "theory" is not separated completely from fact. But as my master Joseph A. Schumpeter did so poignantly, I would also be among the first to defend the absolute necessity of historical and institutional studies in social sciences, hence in economics" ((1976) p.xi).

and Agrarian Economics”²¹ il faut toutefois attendre 1965 pour qu’apparaissent avec “Process in Farming Versus Process in Manufacturing : A Problem of Balanced Development”, et la première « version » de son analyse du processus de production, les principales catégories analytiques qui sous-tendent le nouvel édifice théorique.

La plupart des contributions analytiques de cette seconde période sont ainsi consacrées à l’analyse du processus de production²². Elles font écho à des analyses méthodologiques visant d’une part à mettre à sac la méthode de l’analyse néo-classique, plus particulièrement sa relation avec l’empirisme²³, et d’autre part à poser les bases à partir d’une réflexion épistémologique, d’une démarche positive visant à appréhender le changement économique et la nouveauté²⁴.

La troisième période (1971, 1994) est vécu par G-R lui-même comme une période de dissidence²⁵, avec le développement d’un paradigme se voulant alternatif à l’étude des phénomènes économiques : la bioéconomie. Si la plupart des catégories analytiques de la bioéconomie sont déjà présente dans *The Entropy Law and the Economic Process* (1971), le terme de bioéconomie n’est toutefois introduit par G-R qu’au milieu des années 70²⁶. La bioéconomie traite fondamentalement de la relation intime qui existe entre existence biologique et activité économique dans la perspective de rendre compte de l’évolution de nos sociétés économiques. Devenu de plus en critique à l’égard de l’analyse économique néo-classique²⁷, convaincu que la loi d’entropie est la véritable source de la rareté économique, G-R consacre le restant de sa vie à défendre ce nouveau paradigme et à en explorer les implications souvent pessimistes, en ce qui concerne la gestion des ressources naturelles, la circulation des matières premières et des personnes, le recours à de nouvelles formes d’énergie. Et même si ses travaux continue malgré tout d’exhiber *a priori* une grande diversité couvrant les domaines de l’analyse des inégalités (1977), de la théorie des choix et du consommateur (G-R (1987)), de la méthodologie économique (1978, 1979) on notera avec intérêt que la

²¹ Cet article se situe dans la continuité d’un essai écrit en 1955 et repris dans *Analytical Economics : Issues and Problems* (1966) dans lequel G-R critique l’analyse de Arrow-Debreu de l’existence d’un équilibre concurrentiel sur la base de l’incapacité de cette dernière à tenir compte de son domaine d’applicabilité. G-R considère toutefois que l’article de 1960 propose une version plus aboutie de son argumentation.

²² Comme en témoigne par exemple la série d’articles rassemblés dans la première partie de *Energy and Economic Myths* (1976) et/ou la place dévolue à l’analyse du processus de production dans *The Entropy Law and the Economic Process* (1971), ouvrage avant tout à vocation méthodologique et épistémologique.

²³ Cf. par exemple les articles rassemblés dans la troisième partie de *Energy and Economic Myths* (1976) de même que dans *The Entropy Law and the Economic Process* (1971).

²⁴ Ces dernières préoccupations sont anciennes; elles font déjà l’objet de développements importants dans *Analytical Economics : Issues and Problems* (G-R (1966)).

²⁵ Cf. par exemple G-R (1992a) et les toutes dernières phrases de cette autobiographie : « This has been the story about my claim that I have indeed run against a current, why and how. Other scholars and philosophers have also run against a current To my knowledge they are Isaiah Berlin, Paul Feyerabend, and Gunnar Myrdal. By comparing their conditions with mine, after long years I have concluded that for the results of one’s struggle the place from which one runs against a current matters enormously » (pp.158-59).

²⁶ Il figure en particulier dans son troisième grand livre *Energy and Economic Myths : Institutional and Economic Essays* (1976) et constitue le titre d’un manuscrit inachevé sur lequel travaillait G-R avant sa mort.

²⁷ G-R démissionne de l’*American Economic Association* en 1985.

plupart de ces travaux convergent en direction d'un seul et même projet *i.e.* la consolidation du paradigme de la bioéconomie. Ainsi en est-il de son introduction à la première édition anglaise de l'ouvrage de Gossen (1983) qui fournit aussi à G-R un prétexte pour mettre en exergue ses thèses sur la nouveauté, l'abandon de l'analogie mécanique en économie, la prudence vis à vis de l'utilisation des mathématiques, l'intégration de la dimension psychologique dans la théorie des choix, la question de l'allocation du temps et de l'accumulation du capital. . . Mais il en est de même de ses travaux méthodologiques (1978; 1979) orientés en direction de la relation de l'homme avec l'environnement, et de ses travaux sur l'insatiable consommateur reliés à la question du développement soutenable (Witt (1998)) (Gowdy, Mayumi (1978)).

C'est en tenant compte de cette évolution en trois temps que nous voulons évaluer l'apport de G-R à l'analyse économique et plus particulièrement la cohérence du PRS qu'il propose. Logiquement, la première section de notre travail présente le « noyau dur » du nouveau PRS, et plus particulièrement le rôle spécifique dévolu au temps, la conception des anticipations sous-jacentes, l'analyse de l'incertitude et le rôle de l'évolution et de l'histoire. La deuxième section revient sur la théorie de la dynamique économique que présente G-R. Il s'agit pour nous de souligner le caractère décisif de l'analyse des processus de production proposée dès 1965 par G-R dans la construction de cette théorie. *In fine*, nous défendons l'idée que le noyau dur que constitue la bioéconomie s'avère être non seulement inutile mais aussi préjudiciable à la compréhension et partant à la diffusion de sa théorie de la dynamique économique. En d'autres termes nous remettons en question la nécessité de la construction d'un nouveau PRS pour traiter des problèmes théoriques et empiriques auxquels a été confronté G-R.

1 Le « noyau dur » d'un nouveau PRS : les fondements épistémologiques et méthodologiques de la bioéconomie

G-R est, à plus d'un titre, un auteur difficile à classer dans la mesure où d'une part sa rupture avec « l'orthodoxie économique » s'appuie sur des considérations épistémologiques et méthodologiques spécifiques, et d'autre part il a, comme nous l'avons expliqué plus haut, plus ou moins directement ouvert la voie à une nouvelle tradition en économie.

L'accent mis sur le changement et l'évolution, la définition du temps, le rôle de l'incertitude et des anticipations sont autant d'exemples de rupture avec le PRS « standard ». Celles-ci sont liées au fait que G-R construit sa critique à partir de considérations philosophiques et scientifiques qui font de l'évolution et du changement la pierre angulaire de sa critique (1.1.). Ceci explique en particulier la façon dont G-R définit le temps (1.2.). Sur la base

de son approche spécifique du temps, G-R propose alors, d'une part une analyse de l'incertitude et des anticipations qui n'est pas sans rapport avec celle de Shackle (1.3.), et d'autre part une analyse des processus suivant leur caractère réversible ou non (1.4.).

1.1 L'analyse dialectique de G-R

G-R considère que l'analyse économique traditionnelle, comme beaucoup de sciences, est victime d'un biais arithmomorphiste. À cette ancrage il oppose le raisonnement dialectique. Pour lui, le caractère arithmomorphique d'un concept est lié au fait qu'il existe une frontière définitive, discrète, entre ce qu'il est et ce qu'il n'est pas. La possibilité de définir une relation bi-univoque entre un ensemble de concepts et une échelle numérique permet, par exemple, d'attester du caractère arithmomorphique des concepts de cet ensemble. En d'autres termes, il est possible de définir des classes d'équivalence qui engendrent une partition de l'ensemble des concepts²⁸. Or, Pour G-R les concepts, scientifiques ou non, ne sont pas tous, loin s'en faut, de nature arithmomorphique. Une seconde catégorie de concepts est en effet caractérisée par le fait qu'ils se recouvrent avec leurs opposés. « They have no arithmomorphic boundaries, instead, *they are surrounded by a penumbra within which they overlap with their opposites* » (G-R (1971) p. 45). Le besoin, la justice, le bien sont, par exemple, des concepts dialectiques. L'existence des concepts dialectiques et l'impossibilité de tous les traduire en concepts arithmomorphiques viennent fondamentalement de l'imperfection de nos sens et de notre intellect (mind). Ils n'existent toutefois que parce qu'ils peuvent être distingués comme concepts. En d'autres termes, « *though they are not discretely distinct, dialectical concepts are nevertheless distinct* » (G-R (1971) p. 47).

Cette distinction entre concepts arithmomorphiques et concepts dialectiques est à la base des thèses de G-R. D'une part, elle recoupe la différence entre le quantitatif et le qualitatif, et d'autre part elle s'enracine dans sa conception du changement²⁹. En effet, « no science can completely avoid dialectical concepts. The reason, as I have explained, is that no science can ignore Change forever. The idea that human propensities, which are the main vehicle of economic Change, are not arithmomorphic concepts, therefore, is not a fancy of some unscientific school of thought » (G-R (1971) pp. 336-37).

Chez G-R, les concepts dialectiques sont ainsi d'ordre qualitatifs. En effet la qualité ne peut être saisie par le nombre, la mesure. Elle ne peut être évaluée, au mieux, que par l'intermédiaire d'échelles ordinales « faibles ». Les notions quantitatives elles-mêmes sont construites à partir de notions qualitatives : « quantity cannot be regarded as a notion prior to quality,

²⁸ « Arithmomorphic concepts, to put it more directly, *do not overlap* » (G-R (1971) p.45).

²⁹ « The fact remains that Change is the fountainhead of all dialectical concepts » (G-R (1971) p. 63).

either in the logical or evolutionary order. » (G-R (1971) p. 99). Le fait que l'économie mobilise nombre de notions qualitatives empêche ainsi de lui appliquer le raisonnement arithmomorphique. Ceci ne signifie pas que les modèles arithmomorphiques soient inutiles mais ils n'ont d'intérêt que s'ils permettent de tester des raisonnements dialectiques³⁰. Plus précisément, G-R estime qu'il y a une limite à ce que nous pouvons faire avec des nombres, tout comme il y a une limite à ce que nous pouvons faire sans eux. En effet, l'intérêt des modèles arithmomorphiques est double : ils permettent, d'une part de s'assurer de l'exactitude d'un raisonnement en mettant en évidence les erreurs qu'il est susceptible de contenir, d'autre part de rendre plus compréhensibles des arguments dialectiques³¹. De ce fait, G-R ne condamne pas la modélisation formelle, il met plutôt en évidence son intérêt et ses limites.

1.2 La conception du temps chez G-R

Pour G-R, le problème du temps constitue un élément essentiel. En effet, son analyse de l'incertitude et du risque et les notions d'irréversibilité et d'irrévocabilité sont fondés sur sa conception particulière du temps. Il connaît, de part sa formation, les travaux des physiciens, mais s'intéresse également aux thèses des philosophes. Il cite abondamment Bergson et reprend souvent sa distinction entre temps et durée³². Ceci l'amène à critiquer la conception que les économistes ont du temps. Pour lui, l'approche néo-classique, tout comme certains aspects de l'approche marxiste³³ sont essentiellement statiques. « But let me hasten to say that I do not wish to deny the analytical value of the static process when properly applied » (G-R (1988b) p.40). Il reconnaît ainsi l'intérêt de l'approche statique mais critique l'analyse économique orthodoxe de vouloir en faire le seul point de vue possible³⁴.

G-R distingue deux types de temps. Le temps mécanique (time) et le temps thermodynamique (Time). Le premier renvoie au concept qu'utilise traditionnellement les économistes et la plupart des scientifiques. C'est une variable cardinale qui mesure un intervalle entre deux « moments ». Il suppose la construction d'une échelle qui permet de comparer des intervalles. Le Temps est une variable ordinale. Elle ne permet que d'ordonner des « moments », de dire ce qui est avant et ce qui est après. « In fact, T represents Time, conceived as the stream of consciousness or, if you wish, as

³⁰ « An arithmomorphic model has no value unless there is a dialectical reasoning to be tested » (G-R (1971) p. 341).

³¹ « The second role of an arithmomorphic model is that of illustrating certain points of a dialectical argument in order to make them more understandable. » (G-R (1971) p. 337).

³² Bergson introduit une distinction entre le temps et la durée pour dénier aux scientifiques la possibilité de traiter de cette dernière.

³³ « Introspect, we should be even more surprised to realize that Karl Marx's diagram of simple reproduction is timeless in the same sense, too » (G-R (1988b) p.40).

³⁴ Ceci s'exprime par exemple à travers la citation suivante : « it is for its dogmatism, not for its use of abstraction, that standard economics is open to valid criticism » (G-R (1971) p. 319).

a continuous succession of « moments », but t represents the mesure of an interval (T' , T'') by a *mechanical clock*. » (G-R (1971) p. 135). Pour G-R, le Temps ne peut pas être reconstruit à partir d'un continuum arithmétique de ses instants. Il résume sa conception du temps en écrivant : « mechanical phenomena are Timeless, but not timeless » (G-R (1971) p. 136).

Il reconnaît à Schumpeter le mérite d'avoir introduit une distinction similaire en définissant les notions de temps historique et temps de la dynamique³⁵.

Cependant si G-R estime qu'il est impossible de réduire le temps au seul temps mécanique, il considère ce dernier comme pouvant malgré tout être utile pour définir des lois scientifiques même si comme il l'écrit : « we should therefore regard as a sign of maturity the reorientation of any science away from the belief that all temporal laws must be fonctiond of clock-time » (G-R (1971) p.139). Ainsi, le temps mécanique n'est pas dénué d'importance dès l'instant où il est utilisé pour étudier des phénomènes sans histoire, c'est à dire des phénomènes indépendants de la durée. C'est pourquoi, compte tenu du fait que les individus sont sensibles à cette dernière du fait qu'ils agissent en fonction de la conscience qu'il ont du temps, l'économie peut difficilement utiliser un temps mécanique, objectif.

1.3 L'incertitude et le problème des anticipations

La conception de l'incertitude et des anticipations que propose G-R est assez proche de celle que l'on trouve dans la tradition autrichienne. En effet, G-R reprend certaines thèses de Shackle³⁶, tout comme il cite Knight et propose une distinction comparable entre risque et incertitude. « Risk describes the situation where the exact outcome is not known but the outcome does not represent novelty. Uncertainty applies to cases where the reason why we cannot predict the outcome is that the same event has never been observed in the past, hence, it may involve a novelty » (G-R (1971) p. 122). De fait l'incertitude, chez G-R est indissociable de la nouveauté. Pour le montrer, il part de l'hypothèse que toute proposition peut être classée dans l'une ou l'autre des catégories suivantes : les propositions β qui sont déduites logiquement des propositions α qui elles-mêmes ne peuvent être déduites d'autres propositions α . Ce faisant il introduit une hiérarchie de l'ensemble des propositions. Cette hiérarchie permet de rendre compte de l'émergence de la nouveauté par combinaison. En effet, G-R distingue les nouveaux phénomènes mécaniques qui peuvent être prédits et qui renvoient

³⁵ « All the greater is Schumpeter's merit for stressing, in his later writings, the difference between historical and dynamic time, by which we understood T and t respectively. However, the root of the distinction does not lies in historical (evolutionary) sciences but – as we have seen – in the heart of physics, between mechanics and termodynamics » (G-R (1971) p. 136).

³⁶ Si G-R fait une lecture critique de Shackle, il écrit cependant : « The point bears upon Shackle's original idea of analyzing expectations in terms of the degree of surprise caused by their realization instead of the degree in their outcome. In some respect the idea has a definite merit » (G-R (1971) p.123).

à la classe β . Ils constituent les phénomènes rationnels de premier ordre. Cependant d'autres phénomènes ne peuvent être connus que s'ils sont observés et ne remettent pas en cause les lois de la mécanique. Ils constituent des phénomènes rationnels de second ordre et appartiennent à la classe α . « As we move up from the physico-chemical to the organic and, especially, the superorganic domains, novelty acquires a new dimension which raises an unsuspected issue regarding the division of all propositions into an α -class and a β -class » (G-R (1971) p.117). Cet aspect de la nouveauté est essentiel, dans la mesure où, selon G-R, il va souvent de paire avec une impossibilité de prédire, « it prevents us from predicting the outcome even after the same combination has been actually observed once, or twice, or even several times. I propose to refer to phenomena of this category as rational of the third order » (G-R (1971) p.117).

C'est sur la base de cette analyse de la nouveauté par combinaison que G-R analyse l'incertitude. Pour ce faire, il distingue la connaissance incomplète de la connaissance imparfaite. « The point is that – in the terminology here adopted – incomplete refers to knowledge as a whole, but imperfect refers to a particular piece of knowledge » (G-R (1971) p.122). À partir de cette distinction il peut différencier le risque de l'incertitude d'une façon similaire à celle de Knight, qui est reprise par les tenants de la tradition autrichienne, mais sur des bases différentes. Pour ces derniers, en effet, l'incertitude authentique (genuine) qu'ils distinguent du risque est endogène, c'est à dire qu'elle est consécutive aux anticipations des individus. En effet, les individus cherchent à anticiper ce que les autres anticipent et ce faisant ils créent une situation spéculaire sans fin. « Therefore, knowledge gained over time by market participants will necessarily affect the objects of each agent's prediction. These considerations enable us to conclude that the very activity designed to cope with uncertainty (i.e., the acquisition of knowledge) is responsible of its continued existence. As soon as one level of uncertainty is eliminated, another level is necessarily created to replace it » (O'Driscoll and Rizzo (1996) p.74).

La différence entre les deux conceptions vient de ce que l'incertitude chez les autrichiens est consécutive à leur approche subjectiviste alors que pour G-R l'incertitude est objective au sens où la combinaison des phénomènes de niveaux différents introduit une complexité irréductible. Ce n'est pas tant les individus qui produisent l'incertitude que l'incapacité qu'ils ont de connaître un futur complexe.

Cette différence quant aux fondements de l'incertitude entraîne l'existence d'un désaccord pour ce qui est de la définition des anticipations. Pour G-R, « Expectation, however, is a complex state of the human mind involving two distinct elements: E, that part of the individual's knowledge of which he is aware at the time of the expectation, and P, an assertive proposition about a fact or an event usually, but not necessarily, uncertain. Symbolically, the expectation of an individual, I, may then be represented by $E(I, E, P)$ » (G-R (1971) p. 53). Ce faisant il se distingue des approches subjectiviste et « fréquentiste ». Cette dernière définit la probabilité comme

une limite de fréquence relative alors que la première met l'accent sur le rôle de la croyance des individus en la réalisation d'un événement. Pour G-R, « the basic fault of the Frequentist doctrine resides in not seeing that, viewed as a whole, a sequence of observations is a random event just as a single observation is. And just as a single observation may be erratic, so may a sequence be » (G-R (1971) p.55). De ce fait si toutes les suites de n jets distincts d'une pièce sont équiprobables « toutes les suites infinies sont également susceptibles de se produire » (G-R (1970) p.176). La théorie subjectiviste des probabilités considère que E doit faire intervenir le paramètre I . Il reprend les thèses de Savage pour qui la cohérence interne des actes des individus est suffisante pour fonder l'idée que les individus anticipent les événements futurs en fonction de la croyance qu'ils ont de les voir se réaliser. Pour G-R ceci est insuffisant car « le caractère raisonnable des décisions de l'individu fait intervenir aussi la question de savoir si son échelle de croyances reflète les propriétés des phénomènes aléatoires » (G-R (1970) p.185). Pour lui la réponse de Savage (principe de raison insuffisante) rend sa théorie similaire à la doctrine classique.

L'intérêt qu'il porte à la thèse « ultra-subjectiviste » de Shackle est essentiel pour comprendre son analyse des anticipations. En effet, Shackle remplace l'idée de croyance par celle de surprise potentielle. Cette conception permet à Shackle de « décrire l'état d'esprit *ex post* qui n'a aucun correspondant *ex ante* ou en d'autres termes, l'état d'esprit créé par un résultat qui n'était même pas considéré par aucune des hypothèses rivales » (G-R (1970) p.187). Bien qu'il considère cette conception comme limitée du fait de son impossibilité de proposer une mesure ordinale, G-R estime qu'elle constitue un des deux piliers de la théorie des anticipations. En effet, « the two opposing views on random, about which we have spoken here, are the two ends of one and the same bridge between human understanding and the actual world » (G-R (1971) p.59).

1.4 L'évolution, l'histoire et la nature des processus économiques

Pour G-R, "history of an individual or a society, seems to be the result of two factors : a hysteresis process and the emergence of novelty" (G-R (1971) p.127). Nous avons vu comment G-R concevait la nouveauté. Elle émerge de la combinaison des phénomènes d'un niveau donné pour produire des phénomènes de niveau supérieur. L'hystérèse caractérise un processus dont l'état à un moment donné dépend de ses états passés. Plus précisément elle qualifie le fait qu'un effet perdure alors même que sa cause a disparu. Ce phénomène découvert par le physicien écossais Ewin pour caractériser les phénomènes électromagnétiques a été généralisé à tous les phénomènes dont l'état dépend de l'ensemble de ses états passés. Ce qui distingue l'hystérèse en physique de l'hystérèse appliquée au monde social vient de ce qu'il est difficile voire impossible dans ce dernier de revenir au niveau zéro de son

évolution. S'il est possible de dé-magnétiser un métal pour le faire revenir à son état magnétique initial, pour G-R ceci est impossible en économie. Cette réalité est appréhendée par G-R à travers son analyse de la nature des processus. Ceux-ci sont définis selon leur caractère réversible, irréversible ou irrévocable. « A process is said to be *reversible* if and only if it can follow the same course phase by phase in the reverse order » (G-R (1971) p.197). Les processus qui ne possèdent pas cette qualité sont non-réversibles. Parmi ceux-ci les uns sont irréversibles, les autres irrévocables. Les processus irréversibles, bien que n'étant pas réversibles, peuvent atteindre n'importe quel état précédent. Un phénomène cyclique est un exemple de l'existence d'un tel processus. "The second category of « nonreversibility' consists of processes that cannot pass through a given state more than once" (G-R (1971) p.197). Ils sont dits irrévocables³⁷.

Ces distinctions sont essentielles pour comprendre la conception de l'évolution de G-R. En effet, "the existence of evolutionary laws in nature depends then upon whether there are irrevocable phenomena : the existence of only irreversible phenomena – in narrow sense – does not suffice » (G-R (1971) p.198). Cependant la possibilité de définir des lois de l'évolution est problématique. Il est en effet difficile de saisir, d'appréhender l'évolution. "If evolution of large organizations and, especially, of our own species seems somewhat of a mystery, it is only for two reasons : first, not all natural phenomena follow the pattern of rythme, and second, the condition of mankind is such that we can observe nature only once, or more exactly, only in part" (G-R (1971) p.208). Ce problème est lié au fait que les mutations, dues au phénomène de nouveauté par combinaison, engendrent des ruptures dans les trajectoires qui représentent le changement. Le futur est alors essentiellement indéterminé. Il ne peut exister de loi de l'évolution, si ce n'est, pour un système fermé, la tendance à l'augmentation de son entropie. Cette tendance ne s'applique cependant pas à tous les systèmes dans la mesure où ils ont des frontières et sont en interaction avec leur environnement. De ce fait un système « croît », ce qui correspond à une diminution de son entropie, puis « décroît » et meurt, ce qui est synonyme d'augmentation de son entropie. Cette tendance générale issue de la thermodynamique ne peut cependant rendre compte des causes de l'évolution. C'est en fait un faisceau de causes que l'on ne peut toutes identifier qui est à la base de l'évolution des systèmes complexes. Cette imprévisibilité de l'évolution explique les variations que l'on constate au niveau des traditions. En effet, "Man is born *with* an endosomatic (biological) code but *within* an exosomatic (social) one" (G-R (1971) p.359). Si l'évolution biologique est la même pour tous les individus, l'évolution culturelle est spécifique aux populations dans la mesure où elle s'appuie sur un passé spécifique de ces populations. Cette affirmation est liée au fait que l'évolution sociale est lamarkienne et non darwinienne puisqu'il y a héritage des caractères acquis.

³⁷ Pour une analyse plus détaillée de la distinction entre processus réversible, irréversible et irrévocable voir le travail de Setterfield (1995).

Les composantes du « noyau dur » du PRS de G-R étant précisées, il s'agit maintenant d'en examiner les implications sur une possible théorie de la dynamique économique.

2 Du processus de production au processus économique

C'est donc la volonté de rendre compte des spécificités d'une économie roumaine agricole qui conduit G-R à abandonner – selon ses propres termes – la doctrine néo-classique dominante qu'on lui a inculquée et qui stipule que nul n'est besoin de distinguer les lois qui gouvernent le secteur agricole de celles qui s'appliquent au secteur industriel (G-R (1976) p.xii). Il s'agit alors de mettre en évidence les différences fondamentales qui existent entre les deux activités en termes de lois concernant les échelles de la production, de rôle joué par le facteur temps, de fondements de la loi des rendements décroissants. . . (G-R (1976)) *i.e.* en termes des principaux éléments qui caractérisent chacun des deux processus de production. Le projet est toutefois beaucoup plus compliqué qu'il n'y paraît de prime abord en raison de l'absence d'une définition analytique de la notion de processus, plus précisément de processus de production³⁸. Revenant sur les us et les abus de la notion de processus G-R souligne en effet, qu'en économie, c'est dans le domaine de la théorie de la production que l'abus est le plus flagrant (*ibid.*, p.37); "the upshot is that science must have a clear idea of how to represent a process analytically" (G-R (1971) p.211). Il s'agit alors de proposer une véritable analyse du fait productif (2.1.) dont les principales caractéristiques sont porteuses d'une conception alternative – dynamique – de l'analyse économique (2.2.) et partant de l'économie tout court (2.3.).

2.1 Le processus de production

La représentation néo-classique de la production telle qu'elle est donnée par la fonction de production n'est en particulier pour G-R, en aucun cas de nature à servir un tel projet³⁹. L'analyse néo-classique propose en effet une représentation extrêmement réductrice du processus de production, une

³⁸ "To find out the irreducible reasons for the difference between the two activities, I proceeded to analyze the nature of the farming activity in great detail, greater than even agronomists had done. From the very beginning I ran into a major obstacle: the absence of any explicit analytical definition of 'process', a notion so frequently used in all disciplines. Even the production function by which standard theory represents a productive process – whether in farming, mining, or manufacturing – proved under strict querying to be mainly a vapid verbalism translated into a colorless formula" (G-R (1976) p.xiii).

³⁹ "The neglect of clarifying even partially the concept of production function is all the more puzzling in view of the 'practical' nature of the economic science as attested, in particular, by the immense number of works which only compute one gigantic 'concrete' production function after another. In any case, the omission is not a matter of purely academic interest only. On the contrary (. . .) it falsifies our understanding of the

vision en termes de « livre de recettes », de liste de quantités conduisant à obtenir un produit – une quantité – donné sur la base de facteurs – de quantités – donnés (*ibid.*, p.234-35). L'idée de base alors défendue par G-R est que la notion de processus analytique ne saurait être indépendante de son objet; c'est une notion primaire qui requiert une connaissance approfondie de son domaine d'application et qui ne doit jamais être déduite d'autres notions par le biais d'une définition formelle (*ibid.*, p.213).

La notion de processus de production est ainsi assez représentative de ces concepts dialectiques susceptibles de rendre compte de phénomènes qualitatifs qui se chevauchent, et qui bien que distincts se prêtent mal à une différenciation discrète. Elle illustre peut être mieux que tout autre exemple que « si l'économie veut être une science non seulement des quantités « observables » mais aussi de l'homme, elle doit s'appuyer extensivement sur un raisonnement dialectique » (G-R (1970) p.123).

Le premier élément à prendre en considération dans toute description analytique de tout processus, c'est sa frontière : "No analytical boundary, no analytical process" (G-R (1971) p.213). La notion de frontière possède une double dimension, physique ou spatiale en tant que séparant le processus partiel qui fait l'objet de l'analyse de son environnement, mais aussi et surtout temporelle en tant que délimitant la durée du processus *i.e.* son début et sa fin. La prise en compte stricte des frontières conduit à appréhender le processus comme une entité distincte, comme "a hyphen between one tabula rasa and another" (*ibid.*, p.215).

Tout processus se caractérise aussi – et il s'agit du deuxième élément – par ce que G-R dénomme des événements. Les événements sont appréhendés analytiquement par ce qui entre et ce qui sort du processus. Il s'agit alors de distinguer : (1) les facteurs qui entrent dans le processus et qui n'en sortent pas, (2) les facteurs qui sortent du processus sans y être jamais entrés, (3) les facteurs qui entrent et sortent du processus dans le même état. Cette dernière catégorie de facteur possède un statut particulier : ils représentent les agents – les *fonds* – du processus de production, qui rendent possible la transformation des *flux* d'inputs en *flux* d'outputs. Les fonds recourent principalement la terre (L), le capital physique (K) et la force de travail (H). Les flux qui apparaissent généralement comme inputs sont les ressources naturelles (R), les consommations intermédiaires (I) qui proviennent d'autres processus de production, les ressources de maintenance (M); ceux qui apparaissent comme outputs sont le produit (Q) et les déchets (W).

Ceci étant spécifié il est possible de représenter un processus de production par un vecteur de fonctions définies sur l'intervalle de temps $[0, T]$ correspondant à la durée de vie du processus; chacune de ces fonctions donne le montant cumulé en t , d'un flux d'entrants ou d'extrants, ou encore d'un service offert par un fonds :

$$(1) \quad [R_0^T(t), I_0^T(t), M_0^T(t), Q_0^T(t), W_0^T(t), L_0^T(t), K_0^T(t), H_0^T(t)]$$

production process, a fact responsible for several important blank spots in neoclassical theory of production." (G-R (1976) p.37).

Le processus de production ainsi décrit appelle un certain nombre de commentaires visant à faire apparaître en même temps que les principales étapes héroïques du raisonnement⁴⁰, les particularités paradigmatiques de l'analyse proposée.

2.2 Le processus de production et l'analyse économique dynamique

Le premier point concerne la dimension essentiellement qualitative du schéma. Cet aspect correspond à l'une des préoccupations théoriques les plus anciennes et les plus prégnantes de G-R : « Ainsi que je l'ai dit et répété, la quantité ne peut être considérée comme une notion antérieure à celle de qualité, que ce soit dans l'ordre logique ou dans celui de l'évolution » (G-R (1970) p.51). C'est cette préoccupation qui le conduit déjà en 1936 à intégrer dans ses travaux sur le comportement du consommateur l'influence qualitative de la matrice sociale sur la manière pour chaque individu de percevoir ses différents besoins.

La dimension qualitative apparaît de manière évidente dans la relation décrite en (1). En effet il est peut être utile de rappeler que cette relation présente la particularité de relier un ensemble de fonctions à une fonction et non pas – comme cela est le cas pour la fonction de production traditionnelle – un ensemble de chiffres à un autre chiffre. Il s'agit en termes mathématiques d'une fonctionnelle dont la spécificité est de décrire non pas un ensemble de techniques efficaces, mais un processus de production particulier et un seul caractérisé par la qualité de ses facteurs de fonds⁴¹.

C'est cette même volonté de prendre en considération la composante qualitative de la production qui conduit G-R dès les prémisses de l'analyse, en affectant à chaque élément C_1, C_2, \dots, C_m , qui traverse les frontières du processus une fonction $F_i(t)$ d'input cumulé et une fonction $G_i(t)$ d'output cumulé⁴², à dresser une typologie analytique en trois catégories de la nature qualitative de ces éléments selon les valeurs prises par les coordonnées. La première catégorie fait référence à des éléments tels que l'énergie solaire et les déchets. La deuxième catégorie incarne la terre au sens de Ricardo. La troisième recoupe travailleurs et machines; il est même possible d'opérer une distinction entre travailleur reposé et fatigué de même qu'entre une nouvelle machine et une machine usée (G-R (1971) pp. 215-17).

La distinction fondamentale entre flux et fonds qui fait toute l'originalité de l'approche de G-R permet par ailleurs de donner à la notion de

⁴⁰ L'expression est de G-R lui-même.

⁴¹ Cet aspect de l'analyse de G-R est repris et développé par Gaffard (1990, 1995). Il est ici important de noter qu'en situation de régime régulier la fonctionnelle est définie sur un intervalle de temps arbitraire, T devenant, en quelque sorte, un paramètre libre. La conséquence de cela est que la fonctionnelle dégénère en une simple fonction de production.

⁴² Pour tout t compris dans l'intervalle $[0, T]$.

processus de production une double dimension à la fois quantitative et qualitative. Cette distinction provient de l'insatisfaction manifestée par G-R à propos d'une part, de celle qui est habituellement faite en analyse économique entre modèle de flux et modèle de stock, et d'autre part de la prétendue supériorité analytique des seconds sur les premiers en tant que permettant de déduire les coordonnées de flux des stocks. G-R considère en effet que la notion de stock a pour principal défaut d'être dépourvue d'attributs qualitatifs dans le sens où tout stock "exists as a quantum in a definite 'place' and has a cardinal measure at any instant during the time interval in focus" (*ibid.*, p.221). Et comme le flux est toujours appréhendé au travers de l'augmentation ou de la diminution d'un stock de même nature et que tout flux provient lui-même d'un autre stock, le processus économique est enfermé dans un de ces systèmes clos, circulaire, caractéristique d'une épistémologie mécaniste qui exclut toute possibilité de prise en compte d'un changement qualitatif.

Or G-R soutient qu'un flux ne représente pas nécessairement une augmentation ou une diminution d'un stock de même nature. L'exemple du temps est dans cette perspective assez significatif : "Time always flows but never exists as a stock" (*ibid.*, p.223). Il est par conséquent nécessaire d'intégrer l'idée que des produits puissent être créés par le biais du processus de production. Deux remarques doivent alors être faites : (i) les flux d'inputs requis par la production s'étendent sur la période nécessaire à ladite production *i.e.* sur la durée du processus, ils peuvent être incorporés d'une manière spécifique au cours du temps, (ii) certains de ces éléments ne sont pas consommés par le processus, ils sont seulement utilisés, leur consommation requiert de la durée.

Si on reconnaît là la distinction entre flux et fonds, il est important de préciser que la classification qui en découle ne peut être que dialectique dans le sens où elle dépend de la durée de chaque processus de production. Dit autrement le fait qu'un élément particulier soit un flux ou un fonds ne tient pas à sa nature physique, mais uniquement à son caractère économique lequel découle du rôle qu'il joue au sein du processus de production considéré. Il est donc possible qu'un même élément physique utilisé dans deux processus de production différents ait la nature d'un flux dans le premier et celle d'un fonds dans le second.

Cette dernière remarque nous conduit à mettre l'accent sur la dimension temporelle de l'analyse des processus de production. On aborde avec ce point une – seconde – caractéristique essentielle, et elle aussi relativement ancienne, de la manière dont G-R conçoit les phénomènes économiques⁴³

⁴³ Ainsi G-R rappelle-t-il dans une de ses autobiographies relatant sa visite à la Cowles Commission en 1935 et les discussions qu'il y a eu avec Ch. Ross et V. von Szekelski au sujet d'un projet visant à dégager une formulation mathématique permettant de réaliser des prévisions sur les marchés boursiers : "Our discussion easily reached a heated level for I was strongly opposed, as I have always been to describing historical, that is, unique process by a mathematical, necessarily ahistorical formula" (G-R (1988a) p.2).

et peut être plus qu'ailleurs encore, l'origine de son combat pour l'abandon d'une démarche économique mécaniste⁴⁴.

L'objectif affirmé de G-R est en effet de proposer une représentation analytique de la production dans laquelle le rôle du temps n'est pas accidentel (*ibid.*, p.222). Cela requiert dans l'esprit de notre auteur premièrement, d'accorder une attention toute particulière à la question de la dimension par rapport au temps des coordonnées de la production, et deuxièmement de prendre en compte la durée de la production. La distinction flux-fonds *i.e.* la mise en évidence de la spécificité des facteurs de fonds remplit assez bien ce double objectif.

Ce qui distingue en effet fondamentalement un facteur de fonds c'est le fait qu'il soit soumis à une contrainte d'accumulation et de désaccumulation. Le sens donné à ces deux termes diffère toutefois profondément de celui qui prévaut à l'idée qu'un flux puisse s'accumuler à un stock ou inversement qu'un stock se désaccumule sous forme de flux. L'exemple d'une machine est à cet égard significatif (*ibid.*, p.226). La désaccumulation d'une machine ne donne pas lieu à un démontage de l'ensemble des pièces qui la compose et à leur incorporation, les unes après les autres, comme input du processus de production; la caractéristique d'une machine est d'être utilisée séquentiellement au cours du temps jusqu'à son remplacement – sa désaccumulation – par une autre. Dit autrement une machine représente un stock de services *i.e.* un fonds de services dont l'usage, la désaccumulation requiert du temps contrairement à un stock dont la désaccumulation peut être réalisée en un seul instant⁴⁵. Mais tel est aussi logiquement le cas en ce qui concerne le processus d'accumulation⁴⁶. C'est même en raison de ce temps d'accumulation incompressible que l'on ne peut pas manger du riz exactement au même moment où on le sème (G-R (1988b) p.40). Tout processus de production est ainsi soumis à des complémentarités intertemporelles (Gaffard (1995)), les facteurs de fonds spécifiques de chaque processus de production n'étant pas accumulables ou désaccumulables comme le sont les stocks de marchandises, c'est-à-dire à n'importe quelle vitesse (G-R (1971) pp.226-27).

La question de la durée du processus de production est elle aussi liée à la prise en compte des éléments de fonds. La conception de la production en termes de processus de production temporelle conduit en effet à mettre au

⁴⁴ « Il est très important pour nous d'observer que ce que la mécanique comprend par « espace » et « temps » n'est pas *localisation* et *temps chronologique*, mais *distance indifférente* et *intervalle de temps indifférent*. Ou encore, ainsi qu'on exprime souvent cette même idée, les phénomènes mécaniques sont indépendants du lieu et du temps » (G-R (1970) p.49).

⁴⁵ La différence entre un fonds et un flux – c'est-à-dire un stock qui s'écoule dans le temps – implique de préciser la dimension des deux concepts (G-R (1971) p.227). Le montant de flux est exprimé dans l'unité de mesure se rapportant à la substance considérée alors que le taux de flux a une dimension mixte (substance/temps). Tel est exactement l'inverse dans le cas d'un fonds. En effet la notion de fonds de service possède une dimension mixte (substance x temps) alors que si l'on cherchait à déterminer un taux de service, ce dernier serait donné par la taille du fonds qui assure ledit service et serait par conséquent exprimé en unités élémentaires, sans que le facteur temps n'intervienne.

⁴⁶ "A machine does not come into existence by the accumulation of the services it provides as a fund: it is not obtained by storing these services one after another as one stores winter provisions in the cellar. Services cannot be accumulated as the dollars in a saving account or the stamps in a collection" (G-R (1971) p.227).

premier plan de l'analyse le problème de l'oisiveté des fonds. Une fois passé le temps d'accumulation, il s'agit de tenir compte du fait que les fonds sont susceptibles de rester inemployés durant une partie significative de la durée du processus de production. La solution proposée par G-R pour traiter de ce problème consiste à modifier l'articulation temporelle du processus de production, notamment – et à condition que la demande soit suffisante – en mettant en œuvre un système de production en lignes tel qu'aussitôt que chaque fonds a cessé d'être utile à un processus élémentaire, il puisse être affecté à un autre processus élémentaire, aussitôt que celui-ci commence à être mis en œuvre (*ibid.*, pp.236-40)⁴⁷. La question de la durée qui devient celle de la rareté du temps, est ainsi résolue par le biais d'une organisation de la production adéquate, permettant aux fonds d'être au bon endroit au bon moment.

Le dernier point, sans doute essentiel, qu'il importe de souligner dans la perspective d'apprécier le statut de l'analyse des processus de production au sein de l'édifice paradigmatique construit par G-R, fait référence à l'idée, réaffirmée à de nombreuses reprises par notre auteur, que la description analytique du processus de production va de pair avec la dialectique du changement (*ibid.*, p.212). Quand on sait que c'est probablement la volonté de donner corps à la notion de changement qui structure l'ensemble des travaux de G-R⁴⁸ il devient décisif de dégager en quoi l'analyse de la production vient servir un tel projet. L'explication est la suivante.

Confronté à -nouveau- à l'incapacité manifestée par la théorie économique pour intégrer le temps et le changement quantitatif comme qualitatif (G-R (1988b) p.41), G-R a besoin d'une méthode susceptible de rendre compte du passage du temps et de ses effets sur la dynamique des phénomènes économiques. Cette méthode requiert de mettre au centre de l'analyse la notion de processus. La raison en est que le processus produit, comme nous l'avons évoqué dans le cadre du processus de production, de la nouveauté : "Process implies Change, and Change is the most baffling concept in philosophy" (G-R (1976) p.39). La démarche bioéconomique censée permettre de dépasser cette difficulté se trouve ainsi pleinement justifiée.

2.3 Bioéconomie et théorie de la dynamique économique

La généralisation des résultats obtenus dans le cadre de l'étude minutieuse du processus de production permet ainsi à G-R de montrer que tout processus économique ne produit ni matière, ni énergie, mais ne fait qu'absorber et évacuer de la matière et de l'énergie, la différence entre ce qui rentre et ce qui sort étant essentiellement qualitative. Le processus économique global

⁴⁷ Sur cet aspect de l'analyse voir Zamagni (1987) et Gaffard (1990).

⁴⁸ « S'il n'y avait pas du tout de changement, c'est-à-dire si les choses avaient été et devaient toujours être ce qu'elles sont, toute science se réduirait à une sorte de géométrie » (G-R (1970) p.31). "Change is the highest aim of any special science, even though we usually proclaim that science can study only what does not change" (G-R (1976) p.39).

guidé par l'objectif – par le flux immatériel – d'une vie agréable, conduit en effet à transformer des ressources naturelles qui ont une valeur en déchets sans valeur (G-R (1976) pp.53-56).

Or une telle différence qualitative est confirmée, quoi que en des termes différents, par la thermodynamique : "From the viewpoint of thermodynamics, matter-energy enters the economic process in a state of *low entropy* and comes out of it in a state of *high entropy*" (*ibid.*, p.54)⁴⁹. La notion de processus représente par conséquent pour G-R, le trait d'union entre un raisonnement d'analyse économique au sens stricte et une démarche théorique empruntant les principes à la thermodynamique⁵⁰. La loi d'entropie oriente donc le processus économique. Tout prélèvement de basse entropie dans l'environnement par le processus économique implique un accroissement de l'entropie de l'environnement (Ferrari (1998)).

Ce passage représente une étape décisive dans les développements de la bioéconomie⁵¹. En introduisant les principes de la thermodynamique au sein d'un raisonnement économique G-R poursuit en effet deux objectifs complémentaires. Le premier consiste à démontrer que les processus économiques transforment continuellement et irrévocablement de l'énergie disponible en énergie non disponible confirmant ainsi la première loi de la thermodynamique *i.e.* la loi de la conservation de l'énergie. Le second fait référence à l'idée que tout processus économique, parce qu'il est solidement ancré sur une base matérielle soumise à des contraintes bien déterminées, suit une évolution unidirectionnelle et irrévocable, ce qui vient confirmer la deuxième loi de la thermodynamique *i.e.* de l'irréversibilité de la dégradation de l'énergie⁵².

C'est dans cette même perspective que notre auteur élaborera en 1976 sa quatrième loi de la thermodynamique stipulant que tout système clos, *i.e.* tout système tel que la Terre qui n'échange avec son environnement que de l'énergie, ne peut indéfiniment produire un mouvement à taux constant : la matière à l'instar de l'énergie est soumise à une dégradation irrévocable en matière non-utilisable. G-R dispose se faisant des arguments scientifiques lui permettant de porter sur les fonds baptismaux la bioéconomie et son grand message : "In the context of entropy, every action, of man or of an organism, nay, any process in nature, must result in a deficit for the entire system"

⁴⁹ La notion d'entropie fut introduite dans la thermodynamique en 1854 par Clausius. Elle est intimement associée au second principe de la thermodynamique dans le sens où elle permet d'énoncer ce second principe de la manière suivante : la quantité d'entropie contenue dans un système isolé du monde ne peut que croître lors d'un quelconque événement physique. Et comme l'état d'équilibre d'un système, celui vers lequel il tend, est l'état d'entropie maximale, généralement caractérisé par une uniformisation qui témoigne d'un état de dégradation complète, l'entropie est souvent appréhendée comme une mesure du désordre ou de la désorganisation (Serres, Farouki (1997) p.324-25).

⁵⁰ « However it was the new representation of a process that enabled me to crystallize my thoughts in describing for the first time the economic process as the entropic transformation of valuable natural resources (low entropy) into valueless waste (high entropy) » (G-R (1976) p.xiv)..

⁵¹ En ce qui concerne l'évolution de la bioéconomie chez G-R voir l'excellent article de Gowdy et Mesner (1998).

⁵² Sur ce point, voir Ayres (1998), Söllner (1997), Cleveland, Ruth (1997), Perrings (1997).

(*ibid.*, p.10); la raison en est que “every time we produce a cadillac, we irrevocably destroy an amount of low entropy that could otherwise be used for producing a plow or a spade. In other words, every time we produce a cadillac, we do it at the cost of decreasing the number of human lives in the future” (*ibid.*, p.59). Cette généralisation de la loi d’entropie à la « manière utilisable » pour reprendre l’expression de Grinevald, bien que ne représentant une nouveauté conceptuelle sans précédent, se veut une mise au point tant théorique que pratique i.e. permettant d’éclairer les politiques de développement durable (Grinevald (1996)).

Conclusion : l’économie de la production de G-R est-elle une analyse alternative de la dynamique des phénomènes économiques ?

Les quelques éléments qui précèdent nous ont permis de souligner la place centrale occupée par l’analyse des processus de production au sein de l’édifice théorique progressivement élaboré par G-R⁵³. L’analyse des processus de production qui reprend la plupart des préoccupations analytiques de G-R, représente aussi la principale source d’inspiration, via la référence à la thermodynamique, de la bioéconomie. La mise en évidence des spécificités comme de la dimension paradigmatique de la théorie des processus de production fait ainsi apparaître une certaine ambiguïté eu égard à la question que nous posions plus haut visant, rappelons-le, à dégager l’originalité de ce travail dans la perspective de construire une analyse alternative de la dynamique des phénomènes économiques. En effet si la rupture avec la représentation a-historique proposée par la théorie néo-classique traditionnelle est assez évidente, on peut toutefois s’interroger sur le statut du recours à la thermodynamique pour servir le dessein de notre auteur. Dit autrement on peut se demander si l’essentiel des éléments d’une possible théorie de la dynamique économique ne sont pas déjà présents dans l’analyse des processus de production et si, par conséquent, le recours à la thermodynamique n’est pas superfétatoire. Répondre à cette interrogation requiert de caractériser la nature de la dynamique qui prévaut au sein de l’analyse des processus de production.

En proposant de substituer à une conception synchronique instantanée de la production une conception diachronique prenant explicitement en compte l’articulation temporelle du processus de production, la théorie des processus de production conduit d’abord à appréhender le fait productif comme permettant de produire non seulement des marchandises mais également les processus de production correspondants. Ainsi ce n’est pas

⁵³ Il est d’ailleurs symptomatique de constater que les autobiographies écrites dans les années 90 par G-R reprennent dans leur quasi totalité sous une forme extensive les développements principaux de l’analyse des processus de production.

tant l'introduction du temps que la prise en compte de l'existence d'une « complémentarité le long du temps »⁵⁴ qui caractérise vraiment cette analyse de la production.

La nature de la relation qui existe entre les facteurs de production s'en trouve alors logiquement modifiée : il s'agit en effet de déterminer un agencement spécifique *i.e.* un processus de production particulier qui vise à tirer partie de telles complémentarités. On retrouve alors ici deux éléments clés de l'analyse des processus de production telle qu'elle est présentée par G-R. Le premier concerne l'identification et la caractérisation des biens capitaux : c'est l'utilisation qui en est faite qui permet à G-R de spécifier les coordonnées du processus de production, c'est à dire que l'homogénéité physique des biens capitaux non seulement n'exclut pas, mais surtout va de pair avec leur hétérogénéité fonctionnelle⁵⁵. Le deuxième élément fait référence à l'existence d'une relation biunivoque entre complémentarité des facteurs et spécificité du processus de production : c'est parce que les facteurs de production sont complémentaires que leur association autour d'une configuration particulière contribue à la définition d'un processus de production spécifique. Cette idée représente, comme nous l'avons expliqué, à la fois la principale source de motivation et le principal résultat de l'analyse de G-R.

Il s'agit alors de préciser la manière dont G-R traite de la contrepartie logique du caractère spécifique des processus de production *i.e.* du changement économique. Le changement dont il est ici question ne se limite naturellement pas à de la simple locomotion mais intègre l'occurrence de changements qualitatifs. En effet l'idée de changement économique résulte pour G-R de la prise en compte de deux facteurs : un processus d'hystérésis et l'émergence de la nouveauté (G-R (1970) p.67). L'hystérésis fait référence aux éléments issus du passé et qui cristallisés dans le processus de production expliquent sa spécification contemporaine et contraignent son évolution future, en particulier lorsque le processus de production est confronté à de la nouveauté.

La question du changement ainsi posée appelle pour G-R une réponse à deux niveaux conduisant à renforcer l'idée du caractère irréversible du processus de production. Il apparaît en effet au premier niveau, que la prise en compte de la nouveauté est incompatible avec le cadre d'analyse fourni par le modèle flux-fonds. Cette difficulté, reconnue par G-R, traduit l'idée que rien n'est dit et que rien ne peut être dit dans ce modèle lorsque les fonds changent, ce qui est toutefois le cas dès lors que le produit fabriqué est nouveau. La difficulté n'est toutefois qu'apparente; en effet G-R considère, à un deuxième niveau, que de toutes façons la loi d'entropie reprend ses droits dans le long terme, venant prévenir toute chose de durer trop longtemps (G-R (1971) p.231). Or nous rappelons que la principale caractéristique -pour G-R- de cette loi est d'être "the only natural law which recognizes that

⁵⁴ "Time is relevant here as the dimension of processing, the medium of complementarity" (Lachmann (1977) p.205).

⁵⁵ Sur ce point on pourra à nouveau se référer à Lachmann (1977).

even the material universe is subject to an irreversible qualitative change, to an evolutionary process" (G-R (1976) p.8)). Le changement est ainsi perçu comme suivant et alimentant un processus unidirectionnel orienté vers une issue connue *i.e.* l'état d'entropie maximale. On retrouve alors ici l'idée, chère à G-R, du caractère irrévocable du processus économique et par assimilation du processus de production.

Cette dernière idée traduit assez bien l'ambiguïté que nous soulignons en ce qui concerne la référence à la thermodynamique dans la perspective de développer une théorie de la dynamique des phénomènes productifs. Il apparaît en effet d'une part que l'apport des emprunts à la thermodynamique est relativement pauvre dans l'élaboration des catégories analytiques de la dynamique de la production, mais que d'autre part la notion même de changement ne saurait être traitée sans recourir à la loi d'entropie, même si un tel recours apparaît quelque peu artificiel.

Si donc les emprunts à la thermodynamique⁵⁶ sont sans doute essentiels à la bioéconomie et en particulier à la contribution indirecte de G-R au débat relatif au développement durable, leur apport théorique est relativement pauvre. En effet, si on tente de trouver une continuité entre les travaux théoriques et les développements méthodologiques de G-R, force est de constater une difficulté. Les travaux analytiques de G-R sont d'une grande originalité tout en s'inscrivant dans une perspective « orthodoxe ». À l'inverse, sa tentative pour développer une approche alternative, fondée sur des considérations méthodologiques et épistémologiques fondamentalement différentes, si elle peut être justifiée par un constat d'échec de l'analyse économique à rendre compte de l'existence d'économies duales, n'a eu que très peu d'impacts théoriques. Cette incapacité nous semble consécutive, d'une part à la connaissance approximative que G-R peut avoir des thèses philosophiques qui sont sensées fonder les perspectives analytiques qu'il appelle de ses vœux, d'autre part sur la difficulté de mettre en cohérence des résultats analytiques et des intuitions méthodologiques très éloignées de celles qui servent de bases à l'analyse économique. En fait, notre contribution a été fondée sur l'hypothèse suivante : G-R a tenté de construire un « habillage méthodologique »⁵⁷ afin de réconcilier l'analyse économique qu'il maîtrisait et la réalité économique de la Roumanie qu'il connaissait. Cette tentative nous semble ne pas avoir réellement aboutie.

La référence à la thermodynamique telle qu'elle est matérialisée dans l'œuvre scientifique de G-R aura davantage permis d'éclairer un certain nombre de questions clés de l'analyse économique que de proposer un véritable paradigme alternatif d'étude des phénomènes économiques. Nous en déduisons le fait que le coût de ce détour méthodologique est prohibitif eu égard à la cohérence de l'œuvre scientifique de notre auteur.

⁵⁶ Notre propos n'était en aucune façon d'évaluer la consistance des thèses méthodologiques de G-R.

⁵⁷ Nous devons cette expression à J-P. Fitoussl.

Bibliographie

- Ayres (1997), "Comments on Georgescu-Roegen", *Ecological Economics*, 22, pp.285-7.
- Ayres, R.U. (1998), "Eco-thermodynamics : economics and the second law", *Ecological Economics*, 26, pp.189-209.
- Cleveland, C., M. Ruth (1997), "When, where, and by how much do biophysical limits constrain the economic process ? A survey of Nicholas Georgescu-Roegen's contribution to ecological economics", *Ecological Economics*, 22, pp.203-23.
- Daly, H. (1997), "Introduction", *Ecological Economics*, 22, p.173.
- Dufourt, D., P. Garrouste (1993) "Criteria of Scientificity and Methodology of the Social Sciences : Menger, Mises and Hayek", in Hébert, R. (ed) *Perspectives on the History of Economic Thought*, vol. IX, Hants : Edward Elgard.
- Ecological Economics (1997), Special Issue "Answering Georgescu-Roegen", 22.
- Ferrari, S. (1996), « La contribution entropique de Nicholas Georgescu-Roegen à l'économie », Paper presented at the International Conference on *Nicholas Georgescu-Roegen's Scientific Work*, Strasbourg, 6-7 November.
- Gaffard, J.-L. (1990), *Économie industrielle et de l'innovation*, Dalloz.
- Gaffard, J.-L. (1995), « De la substitution à la complémentarité : propositions pour un réexamen de la théorie de la firme et des marchés », in *Économie industrielle : développements récents*, Numéro Exceptionnel de la Revue d'économie industrielle, pp.305-16.
- Georgescu-Roegen, N. (1951a), "The Aggregate Linear Production Function and Its Applications to von Neumann's Economic Model", in Koopmans T.C. (ed.), *Activity Analysis of Production and Allocation*, pp.98-115, John Wiley & Sons, Inc., second printing 1956.
- Georgescu-Roegen, N. (1951b), "Relaxation Phenomena in Linear Dynamic Models", in Koopmans T.C. (ed.), *Activity Analysis of Production and Allocation*, pp.116-31, John Wiley & Sons, Inc., second printing 1956.
- Georgescu-Roegen, N. (1951c), "Some Properties of a Generalized Leontief Model", in Koopmans T.C. (ed.), *Activity Analysis of Production and Allocation*, pp.165-73, John Wiley & Sons, Inc., second printing 1956.
- Georgescu-Roegen, N. (1970), *La science économique – ses problèmes et ses difficultés –*, Dunod, traduction partielle de : *Analytical Economics : Issues and Problems*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Georgescu-Roegen, N. (1971), *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press, Cambridge Mass.
- Georgescu-Roegen, N. (1976), *Energy and Economic Myths, Institutional and Analytical Economic Essays*, Pergamon.

- Georgescu-Roegen, N. (1977), "Inequality, limits and growth from a bioeconomic viewpoint", *Review of Social Economy*, 56, pp. 361-75.
- Georgescu-Roegen, N. (1978), « De la science économique à la bioéconomie », *Revue d'Économie Politique*, n°3, mai-juin, pp.337-81.
- Georgescu-Roegen, N. (1979), "Methods in Economic Science", *Journal of Economic Issues*, Vol. XIII, n°2, june, pp.317-28.
- Georgescu-Roegen, N. (1987), "Ophelimity", in J. Eatwell, M. Milgate, P. Newman (eds), *The New Palgrave Dictionary of Economics*, Macmillan, vol.3, pp. 716-17.
- Georgescu-Roegen, N. (1988a), "An Emigrant from a Developing Country: Autobiographical Notes", *Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review*, no.164, March, pp.3-31.
- Georgescu-Roegen, N. (1988b), "Time and Change in Economics", in Seifert E.K. (ed.), *Ökonomie und Zeit*, pp.29-52, Haag+Herchen Verlag, Frankfurt.
- Georgescu-Roegen, N. (1992a), "Nicholas Georgescu-Roegen about Himself", in Szenberg M. (ed.), *Eminent Economists, Their Life Philosophies*, pp.128-59, Cambridge University Press.
- Georgescu-Roegen, N. (1992b), "Nicholas Georgescu-Roegen", in Arestis P. and Sawyer M. (eds.), *A Biographical Dictionary of Dissenting Economists*, pp.179-87, Edward Elgar.
- Gossen, H.H. (1983), *The Laws of Human Relations and the Rules of Human Action Derived Therefrom*, (Trans. R. Blitz), MIT Press.
- Gowdy, J., K. Mayumi (1998), Georgescu-Roegen's Consumer Choice Theory and its Relevance to Sustainability Issues, Paper presented at the International Conference on *Nicholas Georgescu-Roegen's Scientific Work*, Strasbourg, 6-7 November.
- Gowdy, J., Mesner (1998), "The evolution of Georgescu-Roegen's bioeconomics", *Review of Social Economy*, 56, pp. 136-56.
- Gowdy, J., S. O'Hara (1997), "Weak sustainability and viable technologies", *Ecological Economics*, 22, pp.239-47.
- Grinevald, J. (1996), Préface pour l'édition espagnole de *The Entropy Law and the Economic Process*, Fundacion Argentaria/Visor, Madrid.
- Grinevald, J., I. Rens (1995) Introduction, in N. Georgescu-Roegen, *La décroissance*, Éditions Sang de la terre.
- Lachmann, L. (1977), *Capital, Expectations, and the Market Process, Essays on the Theory of the Market Economy*, edited with an introduction by Walter E.Grinder, Sheeed Andrews and McMeel, Kansas City.
- Lakatos, I. (1983) *The Methodology of Scientific Research Programmes*, Philosophical papers, vol.I, Cambridge: Cambridge University Press.
- Pearce, D. (1997), "Substitution and sustainability: some reflections on Georgescu-Roegen", *Ecological Economics*, 22, pp.295-97.

- Perrings, C. (1997), "Georgescu-Roegen and the 'irreversibility' of material processes", *Ecological Economics*, 22, pp.303-4.
- Schultz, T. (1998), Georgescu-Roegen's Impact on Ecological Economics, Paper presented at the International Conference on *Nicholas Georgescu-Roegen's Scientific Work*, Strasbourg, 6-7 November.
- Seifert, E.K. (1994), "Georgescu Roegen, Nicholas", in Hodgson G.M., Samuels W.J., Tool M.R. (eds.), *The Elgar Companion to Institutional and Evolutionary Economics*, pp.277-83.
- Serres, M., N. Farouki (eds.) (1997), *Le Trésor, Dictionnaire des Sciences*, Flammarion.
- Setterfield, M. (1995), "Historical Time and Economic Theory", *Review of Political Economy*, 7.1.
- Söllner, F. (1997), "A reexamination of the rôle of thermodynamics for environmental economics", *Ecological Economics*, 22, pp.175-201.
- Witt, U. (1998), "The Insatiable Consumer – The Structure and Dynamics of Wants Reconsidered", Paper presented at the International Conference on *Nicholas Georgescu-Roegen's Scientific Work*, Strasbourg, 6-7 November.
- Zamagni, S. (1987), *Microeconomic Theory: an Introduction*, Basil Blackwell.

