

## Nicholas Georgescu-Roegen, penseur de la production, penseur de la révolution industrielle<sup>1</sup>

Dannequin Fabrice, Diemer Arnaud<sup>2</sup>

Nicholas Georgescu-Roegen est, entre autres, un penseur de la production. Depuis ses premiers travaux économiques, jusqu'à ses plus récents, Georgescu-Roegen (1935, 1951, 1969, 1986, 1990...) n'a cessé de s'interroger sur cette notion centrale et sur les représentations analytiques que les économistes peuvent en donner. Ce "*disenchanted neoclassical economist*" comme aime à se qualifier Georgescu-Roegen (1992, p 133), s'est d'abord attaqué aux concepts proposés par l'économie standard. Sa critique de la fonction de production neoclassique ne porte pas tant sur la représentation de l'entreprise qu'elle induit - ce que l'on peut désigner comme une "*firme point*" pour reprendre l'expression de Benjamin Coriat et Olivier Weinstein (1995, p 14) - que sur la représentation de la production proprement dite qu'elle sous-entend. Même si on présente habituellement la production comme une relation technique, elle ne décrit finalement aucune réalité physique.

Rompant avec celle-ci, Georgescu-Roegen va mettre en avant la notion de "*processus*", à savoir de transformation contrôlée de la nature qui se déroule dans un certain contexte organisationnel, lui-même inscrit dans un contexte socio-historique particulier. L'analyse du phénomène de la production mène Georgescu-Roegen (1965) à des travaux d'inspiration institutionnaliste. Ainsi les "*machines à produire*" que sont l'usine et l'exploitation agricole vont-elles être étudiées de concert, chacune permettant de mettre en lumière les caractéristiques de l'autre, tant sur le plan de la transformation de la nature qu'elles induisent que sur le plan des contextes culturels et sociaux dans lesquels elles s'enracinent. Si la lutte des hommes contre l'entropie est universelle, Georgescu-Roegen nous rappelle que les moyens pour le faire diffèrent quand on considère le monde du village paysan ou celui de la ville industrielle. Cette analyse ne s'arrête pas là. La pensée de Georgescu-Roegen, très influencée par celle de Joseph Schumpeter, est foncièrement évolutionniste. Ces deux formes d'organisation de la production ne sont pas figées. Pour faire face à la pression démographique, nous dit Georgescu-Roegen, l'industrialisation du monde va inévitablement se poursuivre.

---

<sup>1</sup> Nous tenons à remercier Franck-Dominique Vivien, sans qui ce texte n'aurait jamais vu le jour. Nous restons néanmoins seuls responsables des erreurs, approximations et insuffisances de ce texte.

<sup>2</sup> Chercheurs au CERAS de l'Université de Reims -Champagne-Ardenne et enseignant à l'ISAB.

## I ) DE LA FONCTION DE PRODUCTION AU PROCESSUS DE PRODUCTION

Un des grands projets intellectuels de Nicholas Georgescu-Roegen (1970) est de poser les fondations d'une nouvelle théorie de la production. Cette idée est née de l'appréhension des limites de l'analyse traditionnelle qui en est faite et de la portée réductrice de ses outils (concept de productivité marginale, dotations de facteurs, approche quantitative de l'innovation, substitution des facteurs de production, etc.). En cela, Georgescu-Roegen s'inscrit dans une tradition multiforme de critique des représentations de la firme et de la production proprement dite. Toutefois, ce n'est pas l'entreprise, ni son dirigeant, qui intéresse au premier abord ce disciple de Joseph Schumpeter (*"My own philosophy sprouted from two great teachers of mine : Karl Pearson and Joseph A Schumpeter"* 1992, p 133). L'originalité de sa démarche réside davantage dans son souci constant de saisir la réalité physique des phénomènes<sup>3</sup>. Cela va l'amener à mettre en avant le concept de processus de production. Celui-ci s'articule autour de trois principes : le temps, l'innovation et l'organisation.

### A ) Le temps

Le processus de production est, avant tout, un phénomène qui se déroule dans **le temps**, un temps **irréversible**, tel que le décrit le second principe de la thermodynamique. *"Le temps est création ou il n'est rien"*, enseigne ce grand penseur de la matière qu'est Henri Bergson, un auteur que Georgescu-Roegen a beaucoup médité.

#### 1 ) Approche temporelle du processus de production

S'appuyant sur les travaux de Wicksteed P.H (1894, p 4) ainsi que sur un grand nombre d'économistes contemporains (Hicks J.R, Samuelson P.A, Boulding K.E<sup>4</sup>...), Georgescu-Roegen (1970, p 1) note que le processus de production est généralement représenté par la forme mathématique suivante :  $Q = F(X, Y, Z \dots)$

---

<sup>3</sup> Nicholas Georgescu-Roegen écrit *"My philosophy is in spirit Machian : it is a particular kind of epistemology that is little concerned with the science of knowledge, or with the cognitive process itself, but mainly with the problem of valid analytical representations of the relations among facts. What stirred me mainly in this direction was a frequent sin in mathematical economics. Choose any formula used by a physicist and ask him what it represents factually. He may invite you to his laboratory to witness the actual phenomenon described by that formula. However, in economics, there is a vast and growing literature of purely arithmetical exercises that correspond to absolutely no facts, not even to physical ones"* (1992, p 129-130)

<sup>4</sup> *"The basic transformation function of an enterprise is its production function, which shows what quantities of inputs (factors) can be transformed into what quantities of output (product)"*. Boulding K.E (1955) *"Economic Analysis"* 3ème édition, New York (p 585).

Cette formule montre que des quantités d'inputs (X, Y, Z....) sont nécessaires pour produire une certaine quantité d'output (Q).

A côté de cette interprétation, d'autres économistes (Stigler G.<sup>5</sup>, Georgescu-Roegen N.) ont conçu la fonction de production comme une relation entre les inputs par unité de temps et l'output par unité de temps. Toutes les variables sont ainsi exprimées en termes de flux.

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

Cette équivalence signifie selon Georgescu-Roegen (1970, p 2, 1969, p 501) que la fonction de production F doit être homogène de degré 1 de manière à ce que l'on ait  $Q = tq$ ,  $X = tx$ ,  $Y = ty$ ,... et que  $t f(x, y, z, \dots) = F(tx, ty, tz, \dots)$ . Ce dernier point amène Georgescu-Roegen (1970, p 2) à s'interroger sur la validité de la fonction de production standard : "Does either of the forms, (1) or (2), constitute an adequate representation of a process of production and, if so, what kind of process may be represented by it ?", ce qui suppose de reprendre l'analyse à son point de départ et de proposer comme le souligne Jean-Luc Gaffard (1997, p67) "une représentation la plus proche possible de la réalité d'un processus de production quelconque".

Pour déterminer un tel processus, il est nécessaire d'en préciser les limites. Tout processus analytique comporte en effet une dimension à la fois spatiale (le processus doit être identifié et séparé du reste de la réalité) et temporelle (le processus s'apprécie dans la durée à partir d'une date initiale  $t = 0$  et d'une date finale  $t = T$ ). De là, constate Georgescu-Roegen, si l'on veut décrire ce qui se passe à l'intérieur du processus, il suffit de le diviser en plusieurs processus élémentaires dans lesquels on reporterait des entrées et des sorties inscrites dans un espace temporel.

Nicholas Georgescu-Roegen insiste particulièrement sur deux éléments significatifs du processus. La première catégorie, dans laquelle les éléments sont à la fois des entrées et des sorties (exemple de la terre ricardienne, d'un moteur, d'une semence, ou encore d'un travailleur), fait référence à ce que l'auteur appelle *des fonds*. La seconde catégorie dans laquelle les éléments apparaissent sous la forme d'entrées ou de sorties, constitue *les flux*<sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup> "A production function may be defined as the relationship between inputs of productive services per unit of time and outputs of products per unit of time". Stigler G.J (1949) "The Theory of Price" New York (p 109).

<sup>6</sup> Georgescu-Roegen note que "The analytical representation of a partial process necessarily includes both flow and fund co-ordinates. The necessity, however, should be immediately obvious : the funds co-ordinates represent the material base of the process, the flow co-ordinates describe the change (transformation) achieved with the aid of this base. A framework based upon both Being and Becoming must necessarily include one analytical category for each, funds elements to represent the unchangeable agents and flow elements to represent the object changed by the agents". ( 1969 p 512).

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

L'expression du processus de production prend la forme suivante :

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

Il s'agit d'un ensemble de fonctions toutes définies par rapport au temps.

Dès lors comme le souligne Georgescu-Roegen, la fonction de production qui se réfère à ce processus, prendra une forme nouvelle :

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

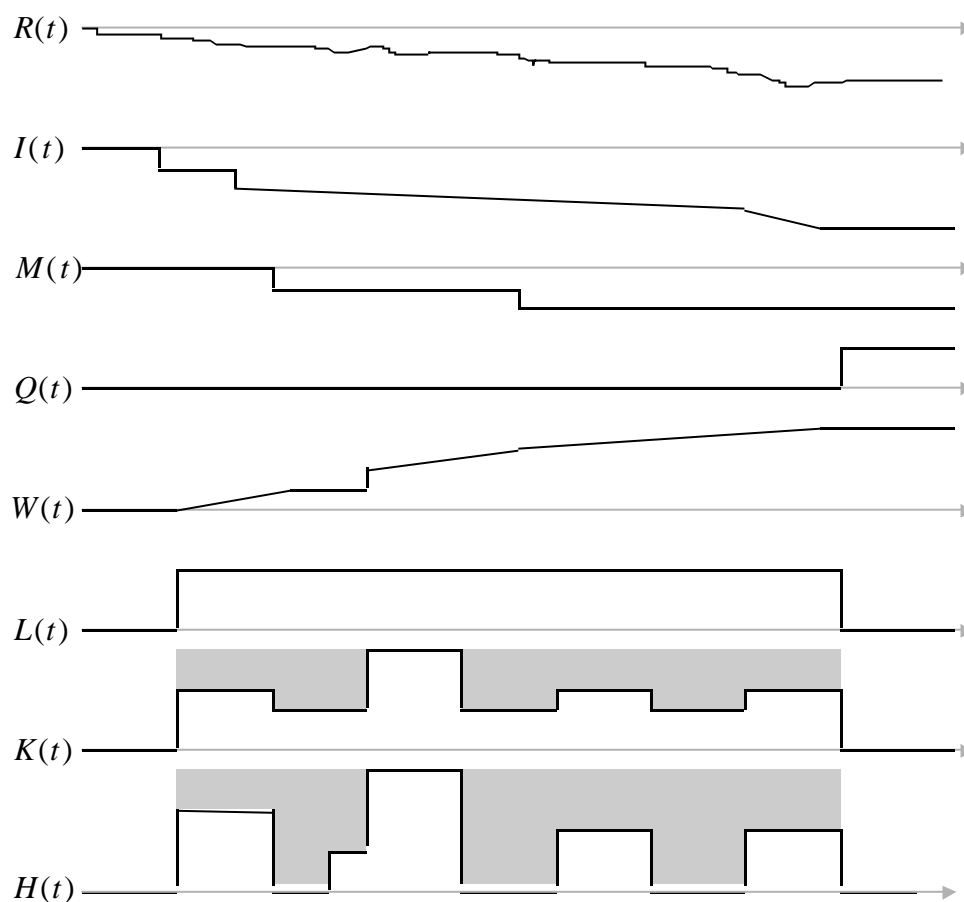
A ce stade de l'analyse, l'étude du processus de production souligne deux points d'une extrême importance. **L'un concerne la valeur de la terre ricardienne et les ressources naturelles.** Il ne fait aucun doute selon Georgescu-Roegen que la terre doit être incluse dans la description d'un processus de production : *"In Agriculture, in particular, Ricardian land plays a role wholly analogous to that of a fisherman's net; only, instead of fish, it catches solar energy and its by-products"* (1969, p 508). La même remarque peut être adressée aux ressources naturelles : *"As to the natural resources, we may recall that Karl Marx, of all the economists, recognized that no one can fish from a lake where there are no fish"* (1972, p 284). L'omission de ces deux facteurs aurait ainsi généré une vision mécaniste du processus économique, alors que dans la réalité, l'exploitation continue des ressources naturelles<sup>7</sup> ainsi que la recherche d'une utilisation plus efficace des facteurs rares constituent sa propre histoire. Georgescu-Roegen (1978, p 347) écrit *"l'économie standard...se définit comme l'étude de la gestion des ressources rares. Par "ressource", l'économie standard comprend seulement le travail, le capital et la terre ricardienne. Le rôle joué par les ressources naturelles dans le processus économique est complètement ignoré, tout comme il l'est par la théorie économique de Karl Marx"*.

---

<sup>7</sup> Solow R.M ne soutenait-il pas, évoquant le principe de la substitution des facteurs, qu'il était possible de substituer d'autres facteurs matériels aux ressources naturelles.

**L'autre souligne que dans tout processus élémentaire, de nombreux facteurs restent oisifs durant un certain laps de temps.** Cette "oisiveté technique", synonyme de gaspillage économique, est une entrave au bon fonctionnement du processus économique: *"Whatever the product, one thing is certain about the elementary process. In relation to it, most of the funds are idle over large periods of time. The plow is needed only a few days during the whole production tie of growing a corn plant; the same is true for the saw or the plane in the production of a table. There is no exception to this rule"*(1970, p 6).

Evolution des Flux et fonds dans un processus élémentaire



L'un des objets importants d'une économie de production serait donc de minimiser les périodes d'oisiveté des fonds (que ce soient la terre, le capital ou le travail), en d'autres termes de repenser l'organisation des processus élémentaires de production<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Karl Marx (1867, p 195) soulignait déjà que l'efficacité économique dictée, par la chasse à l'oisiveté, devait déboucher sur une division du travail adéquate : *"Les moyens de production, le capital constant, considérés au point de vue de la fabrication de la plus value, n'existent que pour absorber avec chaque goutte de travail un quantum proportionnel de travail extra. Tant qu'ils ne s'acquittent pas de cette fonction, leur simple existence forme pour le capitaliste une perte négative, car ils représentent pendant tout le temps qu'ils restent, pour ainsi dire en friche, une avance inutile de capital, et cette perte devient positive dès qu'ils exigent pendant les intervalles de repos des dépenses supplémentaires pour préparer la reprise de l'ouvrage"*.

## 2 ) L'irréversibilité du temps et la thermodynamique

Fustigeant l'approche mécano-descriptive des modèles standards, réduisant l'essence de tous les phénomènes à certains mouvements réversibles<sup>9</sup>, Georgescu-Roegen appréhende le processus économique à partir d'un parallèle entre la physique et l'économie. Un processus matériel, souligne Georgescu-Roegen (1979, p 19) "*ne produit ni ne consomme de la matière énergie, il se limite à absorber de la matière-énergie pour la rejeter continuellement*". Dans ces conditions, ce qui entre dans le processus économique consiste en des ressources naturelles de valeur, et ce qui en sort prend la forme de déchets sans valeur. Cette **différence d'origine qualitative** s'est trouvée confirmée par une branche de la physique connue sous le nom de **thermodynamique**.

La thermodynamique est née d'un mémoire de Sadi-Carnot de 1824 sur l'efficacité des machines à vapeur. Un des résultats de ce mémoire a été d'obliger la physique<sup>10</sup> à reconnaître pour scientifique un fait élémentaire reconnu depuis des siècles : à savoir que la chaleur se déplace toujours d'elle-même des corps chauds aux corps froids. Comme les lois de la mécanique ne peuvent expliquer un phénomène unidirectionnel et irréversible, il a fallu "créer une nouvelle branche" de la physique utilisant des explications non mécaniques : "*Il y aurait ainsi [écrit Georgescu-Roegen (1971, p 71)] deux temps : un temps réversible dans lequel les phénomènes mécaniques prennent place , et un temps irréversible relié aux phénomènes thermodynamiques*".

D'après ces phénomènes thermodynamiques, la matière-énergie des ressources naturelles, absorbée par le processus économique, obéirait à un état de **basse entropie**, alors que les déchets qui en sortiraient, le seraient dans un état de **haute entropie**. C'est pour cette raison que Georgescu-Roegen (1978 p 357) qualifie le processus économique d'entropique et non de mécanique.

---

<sup>9</sup> On peut rappeler ici la petite histoire relatée par Nicholas Georgescu-Roegen dans un article intitulé : **What Thermodynamics and Biology can teach economist** : "*In this connection, I cannot help recalling every time a simple joke which, as second graders in the small town where I was born, we used to tell about a frankfurter factory in Chicago. In that factory - the story explained- the pigs went in at one end and the frankfurters came out at the other. One day they forgot to add the spices. No catastrophe, we used to say. The whole factory was thrown in reverse; the bad frankfurters went in and all the pigs came out alive. The spice were then added and the machine was again started forward. This time the frankfurters came out spiced, as they should. ...At the time I could not have expected that one day I would learn that an economic discipline is founded on this sort of pendulum motions*" (1977, p 15)

<sup>10</sup> Persuadé de la nature économique du problème auquel Carnot s'intéressait (soit déterminer les conditions dans lesquelles on pourrait obtenir le plus haut rendement de travail mécanique à partir d'une quantité de chaleur libre donnée), Georgescu-Roegen (1971, p 94) avance que "*la thermodynamique serait en grande partie une physique de la valeur économique*".

En outre, l'énergie se présenterait sous deux états qualitativement différents, **l'énergie utilisable ou libre**, sur laquelle l'homme peut exercer une maîtrise presque complète (c'est l'énergie transformée en travail mécanique, exemple des machines à vapeur) et **l'énergie inutilisable ou liée**, que l'homme ne peut absolument pas utiliser. D'une façon générale souligne Georgescu-Roegen (1979, p 23), "*l'énergie thermique libre d'un système clos se dégrade continuellement et irrévocablement en énergie liée*". L'extension de cette propriété de l'énergie thermique à toutes les autres formes d'énergie conduit au deuxième principe de la thermodynamique, appelé **loi de l'entropie**. Cette loi stipule que l'entropie (la quantité d'énergie liée) d'un système clos croît constamment vers un maximum. En d'autres termes l'énergie utilisable est continuellement transformée en énergie inutilisable jusqu'à ce qu'elle disparaisse complètement.

Georgescu-Roegen tire plusieurs leçons de la dégradation qualitative et continue de l'univers. La première, c'est que la lutte économique de l'homme se concentre sur la basse entropie de son environnement. Le processus économique (d'un point de vue purement physique) ne fait que transformer des **ressources naturelles de valeur (entropie basse) en déchets<sup>11</sup> (entropie haute)**. Par conséquent, les ressources naturelles ne passent qu'une seule fois dans le processus économique et le gaspillage est un gaspillage irréversible. Cependant note Georgescu-Roegen, le véritable produit économique du processus économique n'est pas un flux matériel de déchets mais bien un flux immatériel : "*The enjoyment of life*".

La seconde, c'est que la basse entropie de l'environnement est rare, et sa destruction irrévocable. La loi de l'entropie fait remarquer Georgescu-Roegen (1979, p51) "*est la racine de la rareté économique. Si cette loi n'existait pas, nous pourrions réutiliser l'énergie d'un morceau de charbon à volonté, en le transformant en chaleur, cette chaleur en travail, et ce travail à nouveau en chaleur*". Le fait de puiser constamment dans les ressources naturelles n'est pas sans incidence sur l'histoire (H.Hotelling<sup>12</sup> le soulignait déjà dans un article intitulé "*The Economics of Exhaustible Resources*"). Il est même à long terme l'élément le plus important du destin de l'humanité. C'est aussi en raison de la rareté particulière de la basse entropie dans l'environnement que, dès l'aube de l'histoire, l'homme a continuellement cherché à inventer des moyens susceptibles de mieux capter la basse entropie.

---

<sup>11</sup>Georgescu-Roegen souligne que les déchets à l'instar des ressources naturelles ont toujours été négligés dans les représentations courantes du processus de production : "*La seule mention de la pollution dans certains manuels est l'exemple de l'entreprise de blanchissage qui subit une perte à cause de la proximité d'une cheminée*" (1979, p 58)

<sup>12</sup>Hotelling note "*Contemplation of the world's disappearing supplies of minerals, forests, and other exhaustible assets has led to demands for regulation of their exploitation. The feeling that these products are now cheap for the good of future generations, that they are being selfishly exploited at too rapid a rate, and that in consequence of their excessive cheapness they are being produced and consumed wastefully has given rise to the conservation movement.... (1931, p 137).*"

La troisième tire les conséquences économique et technique à la fois des caractéristiques de la dot de l'humanité en basse entropie. Cette dernière serait selon Georgescu Roegen (1978, p 371) composée de trois sources distinctes : les flux de radiation reçue du soleil et d'énergie des marées, le stock d'énergie terrestre disponible et accessible comprenant les combustibles fossiles et nucléaires ainsi que l'énergie géothermique, le stock terrestre de matières disponibles et accessibles. Les ressources naturelles souligne Georgescu-Roegen (1969, p 524), peuvent être extraites selon un rythme qui en principe dépend seulement du choix des individus : *“Conceivably, we could exhaust all the known stocks of oil within one year if we wanted to do so and made our plans accordingly”*. Or fait remarquer Georgescu-Roegen, c'est cette liberté qu'à l'individu d'utiliser presque à volonté les dépôts de ressources naturelles (découverts et exploités à son avantage) qui serait responsable du spectaculaire progrès de la technologie. Il existerait donc bien une relation de cause à effet entre l'exploitation intensive de la basse entropie et l'utilisation d'innovations technologiques. Nous chercherons à éclaircir ce dernier point dans le paragraphe suivant.

## B ) L'innovation

Cette seconde caractéristique du processus de production, particulièrement mise en lumière par Schumpeter, le maître à penser de Georgescu-Roegen, s'articule autour de trois concepts, largement commentés par l'auteur tout au long de ses innombrables travaux.

- Le progrès technologique, nous dit en effet Georgescu-Roegen (1979, p 68), peut apparaître sous plusieurs formes : une première catégorie prend les traits d'une innovation d'économie, qui apportent une économie nette de basse entropie par une combustion plus complète, par une diminution des frottements par l'obtention d'une lumière plus intense à partir du gaz et de l'électricité... Une deuxième catégorie regroupe les innovations de substitution qui ne font que remplacer l'énergie humaine par l'énergie physico-chimique (l'invention de la poudre à canon qui remplaça la catapulte). Enfin, il y a les innovations de la gamme de produits qui créent de nouveaux biens de consommation.

Ainsi ce qui intéresse notre auteur, ce n'est pas réellement l'innovation au sens technique du terme, mais bien **l'innovation économique**. Cette dernière n'est ni plus ni moins ce lien qui unit le processus de production au développement, et que Georgescu-Roegen associera plus tard *“au système usinier”*. C'est tout ce qui change la technologie à un moment donné (abandon des anciennes méthodes, conquête d'une nouvelle source de ressources naturelles, etc.).

Le rôle de la demande apparaît ici déterminant. En effet comme le souligne Georgescu-Roegen (1971, p 67) : *“L'hystérésis du consommateur individuel : le fait que l'ajustement continu de l'individu aux changements de prix ou de conditions de revenus change ses goûts, paraît*

tellement évident que dans le passé les économistes ne l'ont mentionné qu'en passant, s'ils l'ont fait du tout..... Mais l'aspect le plus déplaisant du problème est révélé par le fait que la conduite reçoit, pour ainsi dire, un choc qualitatif chaque fois que l'individu est confronté avec un bien nouveau. Ceci est la raison pour laquelle on se tromperait totalement en pensant que les innovations technologiques ne modifient que l'offre ". L'impact d'une innovation technologique sur le processus économique consisterait donc à la fois en un réarrangement industriel (recherche d'efficacité et d'optimisation dans le fonctionnement d'une organisation), et en une réorientation des consommateurs, souvent aussi en un changement structurel de la société.

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

L'innovation bénéficie enfin de l'apport d'outils importés de la **biologie**, ce qui fera dire à Alfred Marshall (1898, p 43) que “*The mecca of the economist is economic biology rather than economic dynamics* ”. Dans le prolongement des travaux de Joseph Schumpeter et d'Alfred Lotka, Nicholas Georgescu-Roegen (1978, p 341) utilise quelques concepts dérivés de la biologie afin de cerner les principales caractéristiques de l'innovation : “*les innovations technologiques [souligne J.Schumpeter] sont des mutations exosomatiques, imprévisibles même dans le sens stochastique. Elles font aussi l'objet d'une sélection et seules celles qui sont avantageuses se diffusent* ”. Le terme “**organes exosomatiques** ” (c'est à dire des membres détachables) est ici introduit par opposition aux organes endosomatiques (liés au développement biologique naturel). Georgescu-Roegen constate cependant que pour produire ces organes exosomatiques, l'homme doit employer des ressources en énergie et en minerais qui se trouvent dans les entrailles de la terre. Ainsi souligne t'il : “*il nous faut des ressources minérales qui malheureusement, sont, comme nous l'avons vu précédemment à la fois limitées et épuisables* ” (1978, p 342).

## C ) L'organisation

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

Une première différence réside dans le contrôle des sources énergétiques. Si l'homme a une maîtrise presque complète de la dot terrestre : *“il serait même concevable [ écrit Georgescu-Roegen (1979, p 31)] qu'il l'épuisât en une seule année”*, il n'a pas le contrôle du flux du rayonnement solaire. Il ne peut pas davantage utiliser maintenant les flux d'énergie à venir. Une seconde différence concerne le rôle spécifique des deux sources d'énergie. Seule la source terrestre fournit les matériaux de basse entropie avec lesquels les industriels fabriquent les biens de consommation. En revanche, le rayonnement solaire est la source première de toute vie sur terre qui dépend de la photosynthèse chlorophyllienne. Le stock terrestre est enfin une piètre source au regard de celle constituée par le soleil (source d'énergie qui aux yeux de Georgescu-Roegen, durera encore quelque milliards d'années). Une troisième différence concerne le degré de nuisance de ces deux sources d'énergie. L'énergie solaire souligne Georgescu-Roegen (1995, p 121) a un énorme avantage : *“Elle est exempte de pollution.... Elle se transforme en chaleur ambiante qui maintient l'équilibre thermodynamique entre le globe et l'espace extérieur à une température favorable”*. L'utilisation de l'énergie terrestre produit quant à elle une pollution nuisible qui est en outre irréductible et par conséquent cumulative.

S'agissant du problème de l'oisiveté des facteurs de production, Georgescu-Roegen (1970, 1971) cherche à repenser la fonction de production en termes d'arrangement. Deux, puis trois alternatives sont ainsi avancées : **La première** revient à lancer plusieurs processus simultanément, puis à répéter l'opération lorsqu'ils ont arrivés à terme<sup>13</sup> (exemple de la cuisson de plusieurs pains dans le même four) . C'est l'arrangement en parallèle. Georgescu-Roegen note cependant qu'étant donné que la plupart des facteurs de fonds seront utilisés dans un montant n fois plus important que dans un processus élémentaire, l'oisiveté de chaque facteur de fonds sera ipso facto amplifié par n. Il

---

<sup>13</sup> Marx décrit des processus semblables observés au cours de la période d'industrialisation où des fourneaux étaient utilisés conjointement par plusieurs groupes de travailleurs

n'y donc aucun gain réel à mettre en place un tel arrangement. **La seconde** implique que les processus élémentaires sont mis en oeuvre les uns après les autres afin d'éviter tout chevauchement dans le temps. C'est l'arrangement en série. Le nombre de biens demandés correspond à leur temps de production ou le dépasse. Il s'agissait autrefois de l'artisanat. Ce type d'agencement n'a pas disparu et s'applique encore à la construction navale, aux ponts, aux nouvelles usines...Cependant comme le souligne Georgescu-Roegen (1971, p 237), c'est la faiblesse de la demande qui suscite de l'oisiveté : “ *Le facteur humain peut trouver un emploi uniquement en bougeant périodiquement vers d'autres lignes de production - à l'instar des milliers de paysans le faisait en cherchant un emploi dans les villes pendant la période d'oisiveté de la ferme. Mais cet emploi saisonnier dépend aussi de l'existence d'une demande*”. **La troisième alternative** implique enfin que le temps de production soit divisé en intervalles égaux. C'est le processus en ligne. “ *Si le nombre de processus élémentaire est suffisamment grands et toutes les périodes pendant lesquelles chaque fonds rend service sont commensurable avec le temps de production, alors il y a un nombre minimum de processus élémentaire qui peut être arranger en ligne de telle façon que chaque fonds soit employé* ” (1971, p 238). Cette situation, souligne Georgescu-Roegen (1971, p 238), caractérise les chaînes d'assemblage dans lesquelles chaque travailleur se déplace sans interruption d'un processus élémentaire à l'autre, et décrit parfaitement bien le système de production en usine (**l'usine serait ainsi le lieu où l'économie de temps atteint son maximum**). Cette perspective est intéressante selon Nicholas Georgescu-Roegen puisqu'elle requiert de déterminer la représentation analytique d'un “*système usinier*”. Si la minimisation de l'oisiveté est l'objectif principal assigné à chaque processus de production, reste cependant maintenant à rechercher les formes institutionnelles qui s'y rattachent. La démarche mécanique des modèles standards doit en effet faire place à une étude sociale, culturelle et historique des différentes formes d'organisation de la production.

## II ) LE CHAMPS ET L'USINE : DEUX FORMES D'ORGANISATION DE LA PRODUCTION

Georgescu-Roegen va nourrir cette réflexion sur le processus de production en comparant deux formes - deux “ idéal-types ”, pourrait-on dire, pour souligner l'inspiration institutionnaliste<sup>14</sup> de la démarche - d'organisation de la production : l'exploitation industrielle (ou système usinier) et l'exploitation agricole.

---

<sup>14</sup>Georgescu-Roegen écrit : ““ *The point that the noneconomics factors (those we customarily call institutional) are not only the elements at the bottom of these differences but also the primordial ingredients of any development process, was marshaled out with great convincing power by Bert F. Horselitz. While I agree with him in that the introduction of developmental innovations does affect the extant institutional arrangements of various orders, my advice to the would-be planner will be to find out first the kind of institutions that can, as they exist, serve the implementation and the reinforcement of the plan* ” (1988, p 303).

## A ) Le système usinier

L'usine, avance Georgescu-Roegen (1969, p 515) “*is such a familiar object nowadays...that we are apt to lose sight of two essential facts : first, that the factory system of production represents one of the greatest economic inventions in history, and second that the system is not...applicable to all production sectors*”. Georgescu-Roegen se détache ainsi de la conception technologique et “ingénieuse” de l'usine, et du même coup de l'approche de Thorstein Veblen<sup>15</sup>. L'usine est assimilée à une innovation économique et non à une innovation technologique.

Dans ces conditions, l'économie de temps réalisée grâce au système usinier est obtenue indépendamment de toute technologie et son apparition est liée à une demande croissante : “*we may be told that the factory system was a creation of the industrial revolution, that is, of the mass of technological innovations of the eighteenth century and thereafter. In my opinion, the causal relationship is the reverse : the factory system, which had already begun to be practiced in the old craft shops because of an increased demand, was one of the main factors that spurred the technological innovations*” (1971, p 248). Georgescu-Roegen se place de la sorte dans la lignée d'Adam Smith lorsque ce dernier rend l'élargissement du marché responsable de la division du travail<sup>16</sup>.

Karl Marx (1867) avant lui, bien qu'en des termes différents, pense l'usine comme forme institutionnelle du contrôle interne et externe de la production capitaliste. Georgescu-Roegen (1974, p 538) reprend l'idée que celle-ci empêche la “flânerie” des travailleurs<sup>17</sup> mais aussi de l'ensemble des autres fonds : “*no agent remains idle while the production process goes on*”. L'arrangement en ligne confère une maîtrise du temps de production en éliminant l'oisiveté, un “*gaspillage économique pesant*” (1986, p 257), synonyme d'inefficacité économique.

---

<sup>15</sup> Dès 1921, Thorstein Veblen écrit “*The information it provides is analogous to knowing only that Mr C is a civil engineer, it describes the potentiality of the factory, whether or not*”. Cette vision de l'usine sera une nouvelle fois développée dans son ouvrage de 1948 intitulé *The Engineers and The Price System* : “*Le système industriel est une structure mécaniquement organisée de procès techniques qui ont été conçus, installés et dirigés par ces ingénieurs de la production*” (p 42).

<sup>16</sup> “*And from all one can judge, Adam Smith seems to have had in mind this causal order in his argument relating the division of labor to demand*” (1972, p 285).

<sup>17</sup> “*Ordinairement un homme perd un peu de son temps en passant d'une besogne à une autre. Quand il commence à se mettre à ce nouveau travail, il est rare qu'il soit d'abord bien en train ; il n'a pas, comme on dit le cœur à l'ouvrage, et pendant quelques moments il niaise plutôt qu'il ne travaille de bon cœur. Cette habitude de flâner et de travailler sans application et avec nonchalance, est naturelle à l'ouvrier de la campagne, ou plutôt il la contracte nécessairement en étant obligé de changer d'ouvrage et d'outils à chaque demi-heure et de mettre la main chaque jour de sa vie à vingt besognes différentes ; elle le rend presque toujours paresseux et incapable d'un travail sérieux et appliqué, même dans les occasions où il est le plus pressé d'ouvrage.*” (Smith, 1776, p 43-44).

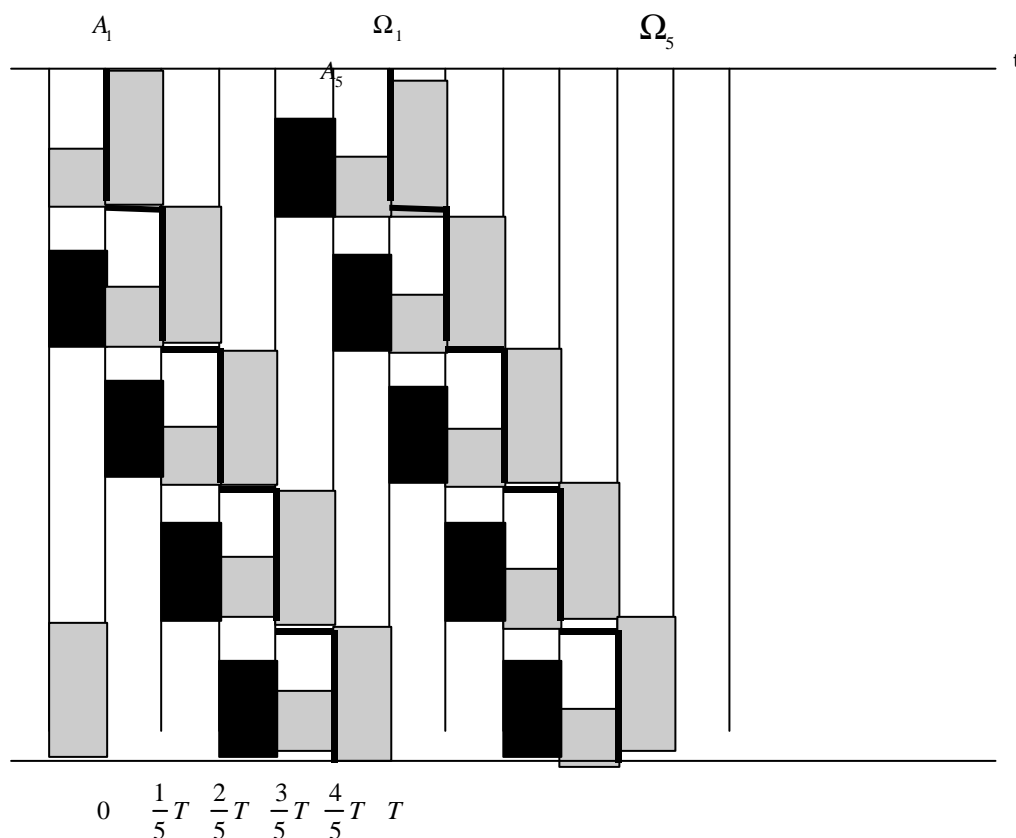
Néanmoins, et c'est là un apport de la pensée de Georgescu-Roegen, son application n'est pas automatique, c'est-à-dire généralisable à tout secteur, à l'instar de l'agriculture et d'autres activités saisonnières comme le bâtiment et le tourisme (1971, note de bas de page 60, p 251). D'autres limites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

Georgescu-Roegen ajoute une autre condition plus technique : “ *if number of the elementary processes is sufficiently large and all periods during which each fund factor renders services are commensurable with the time of production, then there is a minimum number of elementary processes that can be arranged in line so that every fund factor is continuously employed* ” (1971, p 238). Dès lors les fonds doivent être mobiles pour assurer la fluidité du processus productif. La continuité d'un tel processus<sup>18</sup> nécessite alors un état satisfaisant. Que l'on pense à une chaîne de montage, une rupture suffit pour stopper le processus ou créer des déséquilibres, et donc un retour de l'oisiveté tant combattu. Même une machine qui potentiellement peut fonctionner 24 heures sur 24 à l'encontre du fonds “ humain ”, s'use. Elle doit donc subir des réparations, des contrôles de sorte que son efficacité soit assurée. Cette condition nécessiterait, in fine, l'analyse de l'ensemble du système économique. En effet, l'entretien d'un outil exige à son tour un autre outil etc... “ *The initial process has then to be expanded until the household process of almost every worker and practically every production line in the world are included in it* ”. Les frontières analytiques sont alors explosives : il semble alors impossible d'examiner la dynamique des éléments formant le tout. Aussi un compromis est nécessaire: “ *It consists of admitting that maintenance may be achieved in part also through services brought in from outside and ignoring the daily wear and tear of the worker (which in fact is always restored outside, in the household)* ” (1971, p 230). Le contrôle du temps de production requiert la présence de fonds de processus (“ *process funds* ” 1971, p 239). Leur rôle est “fondamental”. Ils sont, en effet, indispensables au redémarrage de l'usine. La boîte à musique ne peut, après un arrêt, à nouveau fonctionner sans difficulté, si elle est convenablement entretenue. “ *A factory system is like a music box, which starts to play the moment it is closed. Of course, if laid idle for a long period of time, any factory would need some additional work to remove the damage done by the Entropy law* ” (1971, p 240).

---

<sup>18</sup> On retrouve aussi chez Marx cet aspect déterminant de l'évolution organisationnelle : “ *Donc si le principe de la manufacture est l'isolement des procès particuliers par la division du travail, celui de la fabrique est au contraire la continuité non interrompue de ces mêmes procès* ” ( Marx, 1867, p 277).

En ce qui concerne la nature, là aussi le contrôle est de premier ordre. La source de basse entropie, qui a été exploitée à partir de la révolution industrielle, est l'énergie fossile. Néanmoins, il faut souligner la condition énergétique de l'extraordinaire succès du système usinier. En effet, c'est l'abondance de l'énergie fossile qui a permis cette dynamique aussi rapide de la production exosomatique. Georgescu-Roegen s'inquiète alors des conséquences de leur épuisement et s'interroge sur les remplaçants du pétrole. Le nucléaire ne trouvant pas grâce à ses yeux, du fait d'un risque élevé. L'exploitation de ces stocks d'énergies fossiles- "*de ce réservoir*" ,écrivait Sadi Carnot (1824, p 1-2) - a permis au rythme de production de s'autonomiser des rythmes naturels. "*Nous sommes libres, [écrit Georgescu-Roegen 1975, p 117] de l'utiliser intégralement aujourd'hui (théoriquement du moins) ou bien sur des siècles*". En retour, cet apparent affranchissement des contraintes naturelles se paie par de nouvelles contraintes environnementales : la demande du marché, l'épuisement des ressources naturelles et les phénomènes de pollution (Georgescu-Roegen note en effet que "*l'utilisation de n'importe quelle énergie terrestre produit une pollution nuisible qui est, en outre, irréductible et par conséquent cumulative, fût-ce la seule pollution thermique. En revanche, toute utilisation d'énergie solaire est exempte de pollution. Car, utilisée ou non, le sort ultime de cette énergie est le même : elle se transforme en chaleur ambiante qui maintient l'équilibre thermodynamique entre le globe et l'espace extérieur à une température favorable*" (1975, p 121). Georgescu-Roegen (1969, p 517) aboutit à une représentation du système usinier comme suit<sup>19</sup>



<sup>19</sup> Pour un autre présentation se reporter à Gaffard (1997, p 75).

Ce processus présenté ci-dessus implique seulement deux fonds : deux équipes d'ouvriers. Le service rendu par ces facteurs apparaît sous la forme des surfaces ombragées. A l'intérieur de l'intervalle de temps  $(0, T)$ , il y a 5 processus commençant aux lignes  $0, 1/5 T, 2/5 T, 3/5 T, 4/5 T$ . Ces cinq processus sont délimités par les séquences  $(A_1 A_5)$  et  $(\Omega_1 \Omega_5)$ . 10 ouvriers dans la première équipe et 5 dans la seconde sont déplacés d'un processus à l'autre. C'est cette organisation qui caractérise le système usinier. On constate ainsi la totale absence de flânerie des ouvriers. *“La tendance immanente de la production capitaliste est donc de s'approprier le travail pendant les vingt-quatre heures du jour”* (Marx, 1867, p 195). Le travail en équipe, comme outil de réduction de l'oisiveté, n'est d'ailleurs pas nouveau. Marx décrit ainsi un système de relais qui prédominait dans la première phase de développement de l'industrie cotonnière anglaise. Il fût aussi appliqué dans les hauts fourneaux, les forges. La lutte contre l'oisiveté se matérialisa aussi par l'extension du travail le dimanche. *“ Obviously, this arrangement represents the factory system, where every tool and every worker shifts from one elementary process to the next as soon as they have performed their services in the first. No tool and no worker is thus idle during the time when the process of the whole factory goes on ”* (1971, p 238).

Le système atteint *“un régime permanent”* ou *“régulier”* (Gaffard, 1997 p 74) dès lors que tous les processus élémentaires deviennent *“simultanés dans l'espace”* selon l'expression de Marx<sup>20</sup>. Néanmoins comme le souligne Gaffard, ce régime permanent n'est valable qu'en l'absence de nouveauté dans le processus productif. Georgescu-Roegen, en bon élève de Schumpeter, reconnaît que l'activité de l'homme consiste en une invention continue d'outils exosomatiques. Ainsi de nouvelles machines peuvent être construites et dès lors arrêter momentanément le processus de production. La conséquence est un délai *“d'amorçage”* qui *“exige une attente égale à la durée du processus complet”* (Gaffard 1997, p 73) avant d'atteindre à nouveau ce régime permanent.

Les processus usiniers se différencient les uns des autres par la taille de leur flux de gaspillage. Ces derniers sont le résultat de la structure physique de l'usine, de la quantité et le type de main d'œuvre. Il est nécessaire en effet de bien différencier l'usine comme lieu de production industriel du système usinier, lequel correspondrait à une forme organisationnelle spécifique (voir tableau en fin de paragraphe). L'usine peut se rapporter à des réalités différentes. Empiriquement, ce que l'on appelle usine moderne n'est pas toujours organisée selon un processus en ligne. On peut parfaitement imaginer une usine de pain utilisant un unique four et fonctionnant en parallèle. Les critères de Georgescu-Roegen ne suffisent donc pas à définir ce lieu de production. Une prise en compte de la surveillance et du contrôle des ouvriers semble une piste féconde.

---

<sup>20</sup> *“ Les diverses opérations connexes, successives dans le temps deviennent simultanées dans l'espace, combinaison qui permet d'augmenter considérablement la masse de marchandises fournies dans un temps donné. Cette simultanéité provient de la forme coopérative du travail ”* (Marx, 1867, p 256).

Chez Marx, le rapport de production est social alors que chez Georgescu-Roegen, il reste essentiellement dans la sphère physique du processus. Néanmoins la création de processus de plus en plus complexes a suscité l'émergence de rôles : “ *c'est la division sociale en “gouverneurs” et “gouvernés”* (1986, p 250). Georgescu-Roegen (1986, p 251) ajoute ainsi que : “*production, therefore, is the real hotbed of the social conflict, as Marx initially intuited it, only to slip away in the end from this general idea for the sake of communist propaganda*”. Néanmoins cette analyse du processus productif reste confinée aux aspects matériels et non aux hommes. Georgescu-Roegen serait-il victime d'un fétichisme du processus ? Non. Le conflit social est inhérent à la nature biologique<sup>21</sup> de l'homme (1971, 307) et ne peut être que contenu par la politique et le droit de vote. Le conflit social serait ainsi appréhendé au niveau macroéconomique (celui du système social) mais pas au niveau de l'organisation (en d'autres termes, le social n'est pas inclus dans les frontières analytiques du processus de production).

Pourtant le système usinier a nécessité une rupture sociale et culturelle pour des populations très souvent agricoles. Cette rupture s'est matérialisée par l'apprentissage de nouveaux comportements différents de ceux présents antérieurement et fondés sur la discipline, le respect de l'horaire, l'obéissance, la régularité du travail ainsi que le souligne Patrick Verley (1997, p 96): “ *Ce ne fut peut-être que lors de la seconde industrialisation, avec les tentatives d'organiser plus rationnellement le travail, que les entrepreneurs allaient désormais contrôler complètement le processus productif* ” . Cette prise de contrôle dura un siècle et ne put s'affirmer et se pérenniser qu'avec la complicité des autres institutions sociales.

**Comparaison de l'usine chez Marx et du système usinier chez NGR**

	Usine chez Marx	Système usinier de NGR
Naissance	Fin du XVIII <sup>e</sup> . Son ancêtre la manufacture.	Dans l'artisanat
Processus technique de production	En ligne afin d'assurer la continuité	Idem
Forme sociale	Concentration de travailleurs ; division sociale du travailleur : surveillance et contrôle pour les capitalistes	Il existe des gouverneurs et des gouvernés
Objectif	Réduction de l'oisiveté (des “ pores ” de la journée de travail), coopération	Maîtrise des flux et du temps
Main d'œuvre	Parcellisée, Interchangeable, déqualifiée	Correspond à un fonds

<sup>20</sup> Se référer au développement qui suit.

## **B ) L'exploitation agricole**

Dans un article intitulé “*Economic Theory and Agrarian Theory*” paru dès 1960, Georgescu-Roegen s’interroge sur ce qui fait la spécificité d’une économie agraire. Par ce terme, il entend non seulement une économie agricole, mais également une économie surpeuplée. Soucieux de l’avenir de son pays de naissance, la Roumanie (confrontée à un problème d’économie de subsistance tel qu’il a été décrit par Malthus) et fort de son expérience d’économiste à la Harvard University, Georgescu-Roegen (1992, p 129) ne peut que constater l’inefficacité des théories orthodoxes à appréhender la réalité des pays surpeuplés et agricoles. “*Romania was at that time a struggling, overpopulated, peasant - dominated culture and economy....And as I came to learn the economics professed in the capitalist world, I was struck by the claims of that discipline that it was a representative guide not only for capitalism but for absolutely all economic conditions. It was evident to me that standard economics could not represent an agrarian economy, and hence could not be a guide for it*”.

Il est vrai, souligne t’il, que ces théories ont été construites et développées pour comprendre le fonctionnement et l’organisation des économies capitalistes (en l’occurrence le système usinier) et que dans ces conditions, rien de surprenant à ce que ces outils soient inappropriés pour décrire une économie agricole. Reste cependant une économie agraire sans réalité théorique, ce qui est plus ou moins gênant pour celui qui voudrait faire des propositions de politique économique.

Même désenchantement du côté du marxisme, Georgescu-Roegen note que la question agraire, et plus précisément la place du paysan, a été abordée avec un certain mépris par Karl Marx lui-même (1867, p 362) : “*Dans la sphère de l’agriculture, la grande industrie agit plus révolutionnairement que partout ailleurs en ce sens qu’elle fait disparaître le paysan , le rempart de l’ancienne société, et lui substitue le salarié. Les besoins de transformation sociale et la lutte des classes sont ainsi ramenés dans les campagnes au même niveau que dans les villes*”. Devant l’incapacité des modèles néoclassique et marxiste à formuler une théorie pour des économies non-capitalistes : “*...why most Western economists have been interested in developing the theory of capitalist system, but not why none attempted a theory of a noncapitalist economy. The only explanation of this omission is the inseparable difficulty in getting at the cultural roots of a society other than that to which one actually belongs. And, as we have hinted, an intuitive knowledge of the basic cultural traits of a community is indispensable for laying out the basis of its economic theory*”. Georgescu-Roegen fait alors un retour sur la doctrine des narodniki (populistes agrariens) et les travaux du statisticien russe Chayanov.

## 1 ) De l'héritage des narodniki aux travaux de Chayanov

Durant la seconde moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle, la Russie vit en effet surgir un mouvement social dont le seul souci était le paysan. Ces nouveaux réformateurs découvrirent bien vite que leur propre expérience sociale ne pouvait pas les aider à pénétrer les problèmes qui les intéressaient. Ils décidèrent alors d'aller "au peuple" et c'est ce cri qui leur valut leur nom en russe *narodniki*. L'originalité de ces travaux réside selon Georgescu-Roegen (1969, p 202) dans leur capacité à définir un champ d'étude de la communauté paysanne. En effet, les paysans ne sont plus définis par rapport au facteur de production qu'est la terre (droits de propriété), mais considérés comme une catégorie sociale distincte : "*the peasant community as a distinct social category was discovered by the intellectuals of a peasant nation, the narodniki*". Tout système économique serait ainsi caractérisé par ses institutions, lesquelles trouvent leurs racines culturelles dans une société particulière.

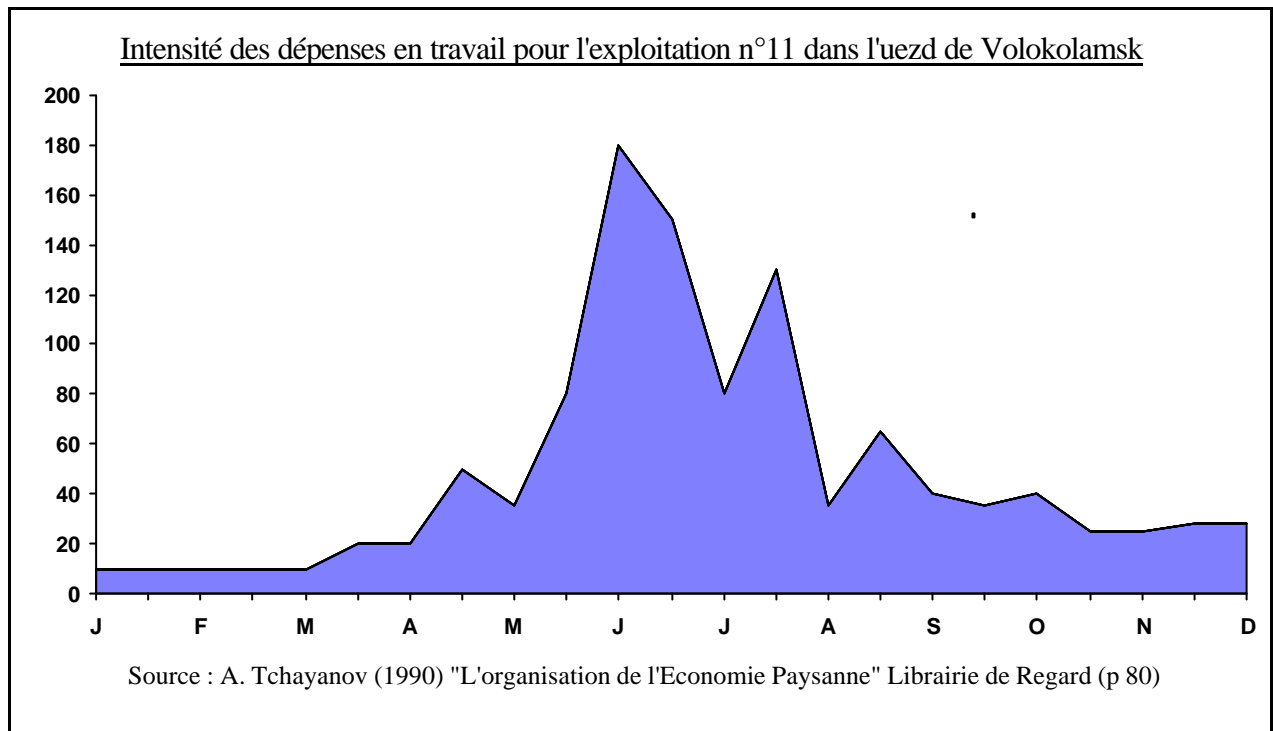
Pour tenter de cerner celle-ci, Georgescu-Roegen (1969, p 202) va s'inspirer des travaux de l'économiste et statisticien russe Alexandre Chayanov : "*The economic conflict, which in such a setting is apt to germinate around the condition of the peasant, would then easily provide the necessary intellectual motive. These conditions suffice to identify Russia during the early decades of the last century and to account for the dominant concern with the condition of the Russian peasants among the leading intellectuals from the mid-nineteenth century on - Herzen, Chuprov and Chayanov to mention a few among the best known*". S'appuyant sur le long travail d'enquêtes menées par les narodniki entre les années 1860 et la première guerre mondiale, Chayanov souligne que la logique de l'économie paysanne, caractérisée par des exploitations familiales, diffère de celle d'une économie capitaliste, basée sur des entreprises ayant recours à une main d'oeuvre salariée.

Les théories (classiques et néoclassiques) du comportement de telles entreprises se fondent en effet sur les rapports quantitatifs entre salaires (travail), intérêt (capital), rente (terre) et profit (entrepreneur). Ces quatre facteurs agissent dans une étroite interdépendance fonctionnelle et se déterminent réciproquement, néanmoins dès qu'un de ces 4 facteurs est absent, il devient impossible de déterminer avec précision ce qu'il y a lieu d'inclure dans chacun des trois autres. C'est précisément ce qui s'est passé selon Chayanov, lorsque les économistes ont tenté d'appliquer ces concepts à l'exploitation familiale paysanne. Puisque l'exploitation familiale n'embauche pas de travailleurs, elle ne paie pas de salaires, en conséquence la catégorie économique salaires est dépourvue de contenu : "*La conception de l'exploitation paysanne [écrit Chayanov (1990, p 45)] serait donc concevable dans des systèmes économiques qui ignorent totalement les catégories du travail salarié et du salaire, sinon sur le plan historique du moins sur le plan logique*".

Parmi les facteurs qui déterminent l'organisation d'une exploitation paysanne, Chayanov admet que l'élément qui organise techniquement le processus de production est la main d'oeuvre. Et puisque dans une exploitation familiale qui n'a pas recours à des travailleurs salariés, les réserves de la main d'oeuvre, sa composition et son niveau sont totalement déterminés par la composition de **la famille** et ses dimensions, il n'est pas possible de ne pas y voir l'un des facteurs dominants de son organisation.

Dès lors, comme le souligne Chayanov (1990, p 99) : “ *la force de travail de la famille est une donnée de départ et c'est en fonction d'elle que sont fixés, sous une forme techniquement harmonieuse, les rapports des éléments productifs de l'exploitation entre eux* ”. La famille paysanne est ainsi une entité économique à part entière qui se livre, à une sorte “*d'auto-exploitation*” en déterminant elle-même la surface agricole à exploiter. En effet, dans la mesure où le stimulant principal de l'activité économique d'une famille est la nécessité de satisfaire les besoins de ses consommateurs, et comme l'instrument principal de cette activité est la main d'oeuvre, on peut admettre nous dit Chayanov, que le volume d'activité économique de la famille va dans une plus ou moins grande mesure correspondre à ces deux éléments fondamentaux de sa structure: “*On peut considérer comme statistiquement établie l'existence d'une liaison étroite entre les dimensions de la famille et le volume de son activité économique en général et même de son activité spécifiquement agricole....Il faut cependant interpréter le rapport entre les dimensions de la famille et celles de l'exploitation agricole plutôt comme une dépendance de la surface agricole par rapport aux dimensions de la famille et non l'inverse*” (1990, p 67, 71). Chayanov parvient à présenter une série de conclusions très significatives du point de vue de l'organisation de l'économie paysanne :

- Contrairement aux entreprises dites capitalistes, où les processus de production ne sont pas liés à un quelconque moment de la journée ou de l'année, la plus grande partie du processus agricole est par nature saisonnière, et certains moments exigent des conditions climatiques dont le paysan ne bénéficie pas toujours.



Il faut ajouter, souligne Chayanov (1990, p 81), qu'à différents moments du cycle, ce qui varie c'est non seulement le nombre de jours de travail, mais également l'intensité du travail au sein de la journée : "Ainsi, dans l'exploitation du gouvernement de Tver, la durée moyenne d'une journée de travail effectif en 1907 s'étendait sur un intervalle allant de 2,1 heures en octobre jusque 9,3 heures en juin". L'exploitation agricole s'est ainsi adaptée aux changements climatiques et aux chocs liés au processus de production en augmentant la main d'oeuvre disponible, c'est à dire la taille de la famille.

- Chayanov souligne également les limites liées à l'exploitation de la terre. Outre le phénomène de rareté, la terre se caractérise par un épuisement des éléments nutritifs dont a précisément besoin la plante. La culture répétée d'année en année, au même endroit, en d'autres termes une organisation du processus en ligne, est dans ces conditions parfaitement impossible. C'est pourquoi il est indispensable d'un point de vue agronomique d'alterner les cultures.

- Chayanov (1990, p 228) note enfin que la mécanisation ne pourra pas être un remède aux difficultés de l'économie paysanne si le poids des traditions est important (exemple des jours de fêtes durant lesquels le travail inemployé occupe approximativement autant de temps que les travaux agricoles) et si la rationalité du paysan reste fondée sur l'étroite corrélation entre taille de la famille et surface cultivée. L'exemple de D.I Kirsanov concernant l'existence d'organisations agronomiques chargées de favoriser la diffusion de machines agricoles auprès des exploitations agricoles, est ici très illustratif : "Ce dernier notait qu'on y rencontrait certaines difficultés pour introduire des

*batteuses dans les régions où il n'y avait pas de promysly en hiver et où, par conséquent les paysans n'avaient rien d'autre à faire que de battre le blé*”.

Ainsi, l'une des tâches principales de l'exploitation agricole familiale, à la différence de l'exploitation organisée de façon capitaliste, sera d'obtenir une répartition du travail aussi régulière que possible dans le temps. La perspective d'atteindre un tel objectif reste cependant peu probable lorsque l'on sait que l'entreprise agricole doit faire face à un ensemble de changements conjoncturels et structurels qui s'impose à elle (conditions du climat, du sol, du marché) et oriente les choix de cultures.

## 2 ) De l'économie agraire à la sociologie paysanne

Particulièrement influencé par les travaux de Chayanov, Georgescu-Roegen va chercher à présenter les caractéristiques d'une économie paysanne à partir de ses institutions sociales.

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

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

- *La deuxième explication* insiste sur les caractéristiques spécifiques du processus de production agricole. Le caractère inépuisable du flux énergétique solaire se paie, en effet, de contraintes fortes sur les conditions de production: rythmes de production très irréguliers du fait des

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

**A un deuxième niveau institutionnel**, l'organisation de la production agraire est liée à la notion de communauté paysanne (**le village**) dans laquelle elle puise les principes culturels, sociaux et historiques de son propre épanouissement. Mettant en parallèle les frontières du processus agricole et l'étude du comportement des paysans, Georgescu-Roegen (1965, p 206) définit le village comme une entité sociale délimitée et indivisible : *"In all economic respects, not only in respect of production, the village is not a granular mass of households, much less of individuals, loosely connected through anonymous markets, factories, banks, or others similar urban institutions... On the contrary, it is an indivisible social and economic whole -an organized and self-acting unit"*. Après avoir évoqué les relations de sang et le travail collectif, chers à Maine (1861, 1871, 1875) : *"Village communities are bodies of men held together by the land they cultivated [together]"*, Georgescu-Roegen (1965, p 207) souligne que le sentiment d'unité qui préfigure dans un village reposerait d'une part sur la **volonté de coopérer des paysans**, l'instinct grégaire de Thorstein Veblen, *"The tap root of the village spirit of unity must be that instinct which man shares with many other living creatures, the cooperation or, as Veblen preferred to call it, the gregarious instinct"*, d'autre part **sur un ensemble de règles de conduite** (redistribution périodiques des terres, tradition orale, respect de la personne, ...) que la communauté villageoise aurait développé elle-même sur le temps.

Face à la croissance de la cellule familiale et à la pression démographique, le village ne peut cependant survivre sans une tendance prononcée pour la stabilité. Cette dernière avance Georgescu-Roegen (1965, p 207) reposerait sur la tradition orale, elle-même tributaire de la capacité du village à limiter sa taille. En effet, dans le cas d'une croissance de la population, les paysans vont d'abord chercher à augmenter les ressources du village grâce à la technologie (il s'agit ainsi de repousser les frontières du processus et d'optimiser la taille du village), puis ensuite créer de nouveaux villages par

l'intermédiaire de migrations<sup>22</sup>: *“As population pressure approached the critical level, one group of the village community migrated and founded a new village on a nearby site...migration has at all times constituted the last resort of the village community in avoiding overpopulation.....the peasant first bent their efforts to discover means by which the village resources could be made more productive so that people may not have to migrate”*. Ainsi le problème agrarien est bien un problème de population comme le soulignait déjà Chayanov dès 1923, et les thèses malthusiennes seraient toujours d'actualité.

### III ) L'industrialisation croissante du monde

Nous voudrions pour conclure, aborder brièvement l'articulation de deux mondes, agricole et urbain, matérialisée par les différents modes d'organisation de la production (système usinier et exploitation agricole) suggérés par Georgescu-Roegen.

Comme nous l'avons montré ci-dessus, le fait que l'agriculture et l'industrie n'obéissent pas aux mêmes lois se traduisait par le constat suivant : Homo Agricola et Homo Faber n'obéissent pas aux mêmes comportements. Ces deux mondes ne sont toutefois pas isolés. Ils entretiennent des relations de domination. On retrouve ici l'idée du conflit d'intérêt entre la ville et la campagne, déjà présente dans l'œuvre de Marx (1867, p 387). *“ Toute division du travail développée qui s'entretient par l'intermédiaire de l'échange de marchandises a pour base fondamentale la séparation de la ville et de la campagne. On peut dire que l'histoire économique de la société roule sur le mouvement de cette antithèse ”* (Marx, 1867, p 261)<sup>23</sup>. Selon Marx, c'est le mode de production capitaliste qui finira par se répandre partout : *“ Dans la sphère de l'agriculture, la grande industrie agit plus révolutionnairement que partout ailleurs en ce sens qu'elle fait disparaître le paysan, le rempart de l'ancienne société, et lui substitue le salarié. Les besoins de transformation sociale et la lutte des classes sont ainsi ramenés dans les campagnes au même niveau que dans les villes ”* (Marx, 1867, p 362), notamment grâce à la machine à vapeur qui permet de concentrer la production dans les villes au lieu de la disséminer dans les campagnes.

Georgescu-Roegen (1978, p 245) s'opposera à ce processus de diffusion (uniformisation) du mode de production capitaliste en insistant sur les spécificités des deux mondes : *“ Selon toute probabilité, la plus grande erreur de Marx est de n'avoir pas reconnu que l'agriculture et l'industrie obéissent à des lois différentes. Cette erreur l'a conduit à soutenir que la loi de la*

---

<sup>22</sup> Certains paysans, ajoute Georgescu-Roegen, partiront à l'assaut des villes. Dans ces conditions, et en tenant compte des spécificités de l'économie agraire, l'exode rural ne serait pas le résultat de l'innovation technologique ou du mode de production capitaliste mais bien le reflet d'une croissance de la démographie et d'une stabilisation des institutions sociales paysannes (en l'occurrence le village).

<sup>23</sup> Comme le souligne Georgescu-Roegen (1971, p 313), Marx annonce qu'il reviendra sur l'analyse du conflit ce qu'il ne fait pas. Georgescu-Roegen insistera aussi sur son mépris pour les paysans et sur sa méconnaissance de leur monde (voir pour plus de détails, Vivien 1997).

*concentration s'applique aussi bien à l'agriculture qu'à l'industrie* ” et plus particulièrement sur la subordination du monde rural au monde urbain. Ce faisant, il fait référence à la sociologie et à la biologie pour expliquer l'inégalité sociale. Cette dernière est inhérente à l'espèce humaine, constituée en société et non plus en clan ou en famille, qui lutte pour s'approprier une place privilégiée dans le processus productif et déterminer ainsi les objets exosomatiques fournis par l'industrie : “ *Exosomatic instruments not being a natural, indissoluble property of the individual person, the advantage derived from their perfection became the basis of inequality between the various members of the human species as well as between different communities* ” (1971, p 308).

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

Cependant cette évolution est contrainte par la démographie et les lois de la thermodynamique. Le développement aurait selon Georgescu-Roegen (1971, p 525), entretenu une croissance démographique ayant pour unique conséquence d'accentuer la lutte pour la nourriture, d'où un retour sur les thèses malthusiennes. La croissance démographique est commune aux deux mondes, toutefois la campagne seule ne peut plus répondre aux besoins de la ville. “ *In the contemporary era, however, the peasant economy has come to a crisis that the village alone can no longer solve. The Entropy Law makes the crisis inevitable : the population explosion has only speeded its coming. But leaving aside the population explosion – which which is a biological*

*rather than a economic phenomenon<sup>24</sup> – we can easily see that the crisis stems from the scarcity of land – about which we can do rather little – and from the qualitative deterioration of agricultural land through millenary use with manuring only ” (525). La solution préconisée consisterait donc à rechercher une mécanisation de l’agriculture, inévitable pour l’avenir des peuples, mais “ anti-économique à long terme”, eu égard aux phénomènes d’entropie. Les “chicken factories ” note Georgescu-Roegen ont fait leur apparition. L’agriculture moderne utilise de plus en plus d’engrais artificiels et consomme des quantités croissantes d’énergie fossile. Georgescu-Roegen (1970, p 58) peut donc légitimement parler de l’avènement de “ la phase industrielle ” de l’humanité. cette dernière accélérerait la production du sol car le recours à l’énergie solaire, cette énergie “ éternelle ” ne peut nourrir 5 milliards de personnes.*

La collaboration se substituerait donc à la domination. La ville, devra pour le bien de tous, aider l’économie de la campagne en s’adaptant à ses spécificités et en évitant la fourniture de biens à des prix reflétant celui de la ville. Les fonds doivent s’adapter à la nature des outils exosomatiques. Il ne s’agit donc pas de lui fournir des tracteurs géants. Une modification des valeurs sera nécessaire. En effet, l’objectif de la production citadine sera la création d’un surplus destiné à la campagne. Une armée de paix sera l’outil éducatif de cette collaboration. Ce dernier nécessitera une réduction de la consommation de biens de luxe ainsi qu’une croissance du temps de travail.

Dans cette vision fataliste de l’évolution du monde, la campagne devrait progressivement s’aligner sur le processus industriel, ce qui ne peut qu’accroître la rareté des ressources. Cela semble inévitable du fait des besoins de nourritures, et ce d’autant plus que Georgescu-Roegen étend cette analyse aux relations entre les pays en développement et les pays industrialisés. En effet les lois de la thermodynamique sont universelles, et la solution énergétique (ce qu’il appelle Prométhée 3) n’a pas encore trouvée ,.

## **Conclusion :**

La fonction de production néoclassique n’est pas pertinente dans l’analyse de la production. Son utilisation par Solow est “ grotesque ” : elle ne peut intégrer des éléments clés de la production : le temps et l’organisation. Or la Révolution industrielle dans l’analyse de Nicholas Georgescu-Roegen est une révolution du temps, réalisée à partir d’innovations organisationnelles (diffusion du système usinier) et d’énergie-matière. Cette révolution est toutefois incomplète. Elle n’atteint pas et ne peut atteindre l’agriculture. La “ révolution agricole ” consiste en une aberration où le sol est contraint à fournir plus de nourriture à partir d’une quantité d’énergie plus importante. L’homo-agricola

---

<sup>24</sup> Néanmoins nous avons déjà cité NGR qui montre qu’une famille paysanne doit être d’une taille importante afin de pouvoir fournir des fonds lorsque la production l’exige (récoltes...).

conserve sa spécificité reposant sur une surcapitalisation et donc une oisiveté importante des fonds. La croissance démographique accélère les conséquences des lois de la thermodynamique tout en suscitant un renversement des relations entre la ville et la campagne et entre les pays en développement et les pays (sur)industrialisés. Le politique peut ainsi contribuer à assurer un monde de bien-être aux générations futures malgré une persistance de l'inégalité sociale inhérente à l'homme et trouvant ses fondements dans la production.

### **Bibliographie**

- Arensberg C.M, Kimball S.T (1940) *'Family and Community in Ireland'* Cambridge Mass, Harvard University Press.
- Carnot .S (1824) *'Reflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance'* Paris, Bachelier.
- Chayanov .A(1923) *'Die Lehre von der bauerlichen Wirtschaft'* Berlin, P. Parey.
- Chayanov .A (1990) *'L'organisation de l'économie paysanne'* Librairie du Regard.
- Coriat .B, Weinstein.O (1995) "
- De Gleria Sylvania (1995) *'Nicholas Georgescu-Roegen : A Mind That Thought Above his Time'* *Economia Internazionale* vol 48 n°3 Août 1995 (p 317 - 346).
- Dragan J.C, Seifert E.K, Demetrescu M.C (1993) *'Entropy and Bioeconomics'* *Proceedings of the First International Conference of the European Association for Bioeconomic Studies, Rome, 28-30 Novembre 1991*, Milan: Nagard.
- Georgescu-Roegen .N (1951) *'Relaxation Phenomena in Linear Dynamics Models'* in *Activity Analysis of Production and Allocation*, T.C Koopmans, Yale University Press.
- Georgescu-Roegen .N (1951) *'Some Properties of a Generalized Leontief Model'* In *Activity Analysis of Production and Allocation*, T.C Koopmans, Yale University Press (p165-176).
- Georgescu-Roegen .N (1965) *'The Institutional Aspects of Peasant Economics : A Historical and Analytical Review'* *Proceedings of the Agricultural Development Council Seminar on Subsistence and Peasant Economies*. C.R Wharton, Honolulu, Mars.
- Georgescu-Roegen .N (1966) *'Analytical Economic-Issues and Problems'* Harvard University Press, Cambridge, *'La Science Economique: ses problèmes et ses difficultés'* Dunod 1970.
- Georgescu-Roegen .N (1969) *'Process in Farming versus Process in Manufacturing : A Problem of Balanced Development'* (p 497 - 528) publié dans l'ouvrage de Nunn .C et Papi .U *'Economic Problems of Agriculture in Industrial Societies'* London Mc Millan.
- Georgescu-Roegen .N (1969) *'The Institutional Aspects of Peasant Communities : An analytical View'* dans Clifton.R, Wharton.J *'Subsistence Culture and Economic Development'* Chicago Aldine (p 61 - 99). Réédition dans *'Energy and Economic Myths'* (1976) Pergamon Press (p 199-235).

- Georgescu-Roegen .N (1970) “*The Economics of Production* ” American Economic Review vol 60, (p 1 - 9 ).
- Georgescu-Roegen .N (1971) “*The Entropy Law and the Economic Process* ” Cambridge, Harvard University Press (4ème édition 1981).
- Georgescu-Roegen .N (1972) “*Process Analysis and the Neoclassical Theory of Production* ” American Journal of Agricultural Economics vol 54, mai 1972, (p 279 - 294).
- Georgescu-Roegen .N (1974) “*Dynamic model and Economic Growth*” Economie Appliquée tXXVII n°4 (p 529 - 562)
- Georgescu-Roegen .N (1976) “*Energy and Economics Myths* ” Pergamon Press.
- Georgescu-Roegen .N (1977) “*What Thermodynamics and Biology can teach economists*” Atlantic Journal Economic vol V mars 1977, (p 13 - 21).
- Georgescu-Roegen .N (1978) “*De la Science Economique à la Bioéconomie*” Revue d’Economie Politique vol 88 n°3 Mai - Juin (p 337 - 382).
- Georgescu-Roegen .N (1979) “*Demain, la décroissance : entropie- écologie-économie*” Pierre Marcel Favre. Réédition aux éditions Sang de la Terre (1995).
- Georgescu-Roegen .N (1981) “*Neo-Populism and Marxism : A Comment on Utsa Patnaik* ” Journal of Peasant Studies vol 8 n°2 (p 242-243).
- Georgescu-Roegen .N (1988) “*Closing Remarks : About Economic A Variation on a Theme by David Hilbert*” Economic Development and Cultural Change n° 36, Avril, (p 291-307).
- Georgescu-Roegen .N (1992) “*Georgescu-Roegen Nicholas about himself*” dans l’ouvrage de Szenberg .M , “*Eminent Economists : Their Life Philosophies* ”, Cambridge.
- Grinevald .J (1976) “*La révolution Carnotienne, thermodynamique, économie et idéologie* ” Revue Européenne des Sciences Sociales et Cahiers Vilfredo Pareto ” vol XXI (p 39-79)
- Kautsky .K (1900) “*La question agraire* ” Paris, V. Giard et E. Brière.
- Maine H.J (1871) “*Village Communities in the East and West* ” London, J. Murray.
- Malthus T.R (1969) “*Principes d’Economie Politique* ” Calmann-Levy.
- Marx .K (1867) “*Le Capital* ” Flammarion.
- Marshall .A (1898) “*Distribution and Exchange*” Economic Journal vol 8 Mars (p37- 59)
- Mayumi.K (1995) “*N.Georgescu-Roegen (1906-1994): An Admirable Epistemologist* ” Structural Change and Economics Dynamics vol 6 1995 (p 261 - 265).
- Mirowski .P (1992) “*Nicholas Georgescu-Roegen*” Samuels Warren .J, Editions New Horizons in Economic Thought : Appraisal of Leading Economists, E. Edgar (p 86 - 105).
- Patnaik.U (1979) “*Neo-populism and Marxism : the Chayanovian View of the Agrarian Question and its fundamental fallacy* ” Journal of Peasant Studies vol 6, n°4 (p 375-420).
- Patnaik.U (1981) “*Reply to Nicholas Georgescu-Roegen* ” Journal of Peasant Studies vol 8 n°2 (p 244-246).
- Schumpeter J.A (1934) “*The Theory of Economic Development* ” Cambridge Harvard University Press.

*Colloque international « Nicholas Georgescu-Roegen », Association Charles Gide  
6 et 7 novembre 1998, Strasbourg*

Veblen T.B (1921) "The Engineers and the Price System". Traduction française "*Les ingénieurs et le Capitalisme*" Gordon and Breach, Paris 1971

Verley .P (1997) "La Révolution Industrielle" Folio.

Vivien F.D(1997) "*De l'agrarianisme à l'entropie : la bioéconomie de Georgescu-Roegen dans une perspective malthusianisme*" Document de travail : HERMES - CERAS, Université de Reims Champagne Ardennes (p 1 - 10).

Vivien F.D (1993) "*Regarding an Epistemological reflection of Nicholas Georgescu-Roegen : Was Sadi Carnot The First Econometrician ?*" dans "*Entropy and Bioeconomics*" de Dragan J.C, Seifert E.K, Demetrescu M.C, (p 526 - 532).

Wicksteed .P (1894) "*An Essay on the Co-ordination of the Laws of Distribution*" London. Réimpression Scarce Tracts n° 12, London School of Economics and Political Science, London 1932.

Zamagny .S "Georgescu-Roegen Nicholas" Palgrave (p 515 - 516).