

Historicité, Entropie et instabilité structurelle: une étude préliminaire

Alain Herscovici

Résumé

L'objectif de ce travail consiste à définir, à partir des principes d'entropie, de non-linéarité et d'indéterminisme méthodologique, le concept d'Historicité et ses applications possibles dans la Science Économique. Pour cela, il est nécessaire de définir deux types d'univers: celui qui correspond à la structure générale utilisée par les économistes du *mainstream*, et qui se caractérise par l'hypothèse ergotique, la réversibilité du temps et des processus, et celui qui correspond aux différentes formes d'hétérodoxie, et qui présente les caractéristiques contraires. La première partie de ce travail sera consacrée à la définition de l'objet d'étude de l'Économie et de la nature des lois, dans chacun de ces univers; la seconde partie étudiera les implications de cette dichotomie en ce qui concerne la nature de l'équilibre, ses propriétés de stabilité ou d'instabilité, et les modalités de résolution des différents systèmes ainsi construits.

Mots-clefs

1. Historicité
2. Structures dissipatives
3. Entropie
4. Irréversibilité

Abstract

Historicity, Entropy and structural instability: a preliminary analysis.

The objective of this paper is to define Historicity in Economic Sciences applying the principles of Entropy and methodological indeterminism. This implies the definition of two kinds of economic universes: one characterized by ergodicity and reversibility of Time and processes and the other by the opposite properties. The first part will deal with the construction of the subject of study and the nature of the proper analysis to these two universes. Taking such dichotomy into account, the second part will examine its implications as regards to the nature of equilibrium, the properties of stability and instability and the closure of the systems.

Key words

1. Historicity
2. Dissipative structures
3. Entropy
4. Irreversibility

Historicité, Entropie et instabilité structurelle: une étude préliminaire

Alain Herscovici *

Ce travail se propose de définir, à partir de ses caractéristiques méthodologiques et épistémologiques, le concept d'Historicité: alors qu'il existe, traditionnellement, une opposition entre les Sciences Exactes et les Sciences Humaines, entre les Sciences "dures" et les Sciences Sociales, il est possible de discerner, aujourd'hui, une certaine convergence méthodologique au travers du paradigme lié à l'indéterminisme méthodologique. Celui-ci, provenant des Mathématiques, de la Physique et de la Chimie, met en évidence l'historicité des trajectoires des différents systèmes étudiés; à partir des travaux pionniers de Poincaré et de Prigogine, les études liées au chaos déterministe et aux structures dissipatives se développent aujourd'hui, sur la base de la seconde loi de la thermodynamique.

En fait, ce ne sont pas les Sciences Sociales qui deviennent plus "exactes" mais, au contraire, les Sciences Exactes qui historicisent leurs instruments d'analyse: ces dernières étudient les processus irréversibles loin de la position d'équilibre et les conditions à partir desquelles un système devient instable, et ses évolutions non prévisibles. *Ces modifications relatives à la définition des critères de démarcation entre la Science et la non Science rendent nécessaire une redéfinition du propre objet d'étude et mettent en évidence les limites explicatives de la Science: c'est à partir d'une telle approche que je me propose d'analyser les différents modèles heuristiques propres à la Science Économique*¹.

Il est également intéressant d'observer que ce travail relève de l'Epistémologie et de l'Histoire de la Pensée Économique. Ces deux disciplines me paraissent intrinsèquement liées: c'est à partir des convergences, ou des incompatibilités méthodologiques, que je prétends comparer les différents auteurs et les différentes écoles de pensée.

Dans une première partie, après avoir expliqué, dans ses grandes lignes, les résultats des deux lois de la thermodynamique et leurs relations par rapport à la nature de l'équilibre, à partir des concepts de système ouvert et clos, je montrerai dans quelle mesure ces résultats peuvent s'appliquer à l'analyse économique et à la nature des lois économiques. Dans un second temps, je montrerai comment il est possible d'appliquer cette méthodologie en économie: après avoir étudié certains mécanismes comme la loi de Say et la production de fluctuations endogènes, je mettrai en évidence les implications épistémologiques liées aux différentes modalités de résolution des modèles heuristiques néoclassiques et keynésiens.

* Docteur em Économie, Université de Paris I Pathéon-Sorbonne et Amiens, coordinateur des Enseignements de troisième Cycle em Economie de l'Université Fédérale de Espírito Santo (UFES), Brésil, coordinateur du Groupe de Recherche em Macroéconomie GREM/UFES et Professeur du Département d' Economie de cette même université (e-mail: alhersco.vix@zaz.com.br)

¹ Cette expression est de Alessandro Vercelli (1991, p. 5)

I) Entropie, systèmes ouverts et analyse économique: quelques questions de méthode

1) *L'entropie: tentative de définition et principaux résultats*

1.1 *Les deux lois de la thermodynamique: une première approche*

Initialement, il nous faut expliciter les deux lois de la thermodynamique. La première loi "est essentiellement l'affirmation du principe de conservation de l'énergie dans les systèmes thermodynamiques" (Fermi, Enrico, 1996). En terme de Physique, cela correspond à la transformation de la chaleur en travail: le charbon qui reçoit de la chaleur transforme cette chaleur en travail mécanique. L'énergie est "libre" dans la mesure où elle peut être utilisée pour produire du travail mécanique; elle est limitée (*bounded*) par le fait de ne plus pouvoir être utilisée à cette fin (Georgescu Roegen, 1971, p. 5). *Les systèmes conservateurs de la mécanique classique vérifient la loi de conservation de l'énergie et sont liés à l'hypothèse ergotique.* (Sinaï Yakov, 1992, p. 82.

La seconde loi de la thermodynamique se traduit par la dégradation de l'énergie. La déstructuration du système ne permet plus de produire un travail mécanique, à partir d'une certaine quantité d'énergie. Si, dans un système physique, les molécules s'entrechoquent de manière aléatoire, cette énergie ne produit aucun travail mécanique, contrairement à ce qui se passerait si le système était structuré. Lorsque la réserve d'énergie libre diminue, l'entropie du système s'accroît: le "désordre" lui aussi s'accroît par le simple fait que les matériaux libres, et donc structurés, se transforment en matériaux déstructurés; un système à entropie forte vient substituer un système à entropie faible. Cela correspond à un processus de déstructuration du système, celui-ci devenant ainsi "désorganisé" (Passet René, 1979, p. 175). Il y a donc dégradation de l'énergie dans la mesure où cette énergie est de plus en plus difficilement transformable en travail.

Dans un premier temps, l'entropie peut être assimilée au désordre et donc à l'absence de régulation du système en question. Les différents états du système sont qualifiés de microétats, alors que le macroétat mesure la quantité de microétats possibles que le système peut connaître: la complexité du macrosystème dépend de la quantité de microétats (Prigogine, p. 1996, p. 29). La mécanique statistique de Boltzmann permet d'affirmer que le désordre du système est proportionnel au nombre de microétats. L'entropie est croissante dans la mesure où la quantité de trajectoires que le système peut emprunter est, elle aussi, croissante.

L'entropie se définit donc par le nombre de microétats possibles pour un macroétat déterminé; pour certains auteurs, l'entropie est le logarithme de la quantité d'états (David Ruelle, 1993, p. 143).

Entropie = $k \log$ (quantité d'états possibles), k étant un coefficient de proportionnalité.

L'exemple suivant permet d'illustrer ce concept ². Supposons qu'il y ait quatre particules U, X, Y et Z, et cinq états possibles, A, B, C, D et E. Au macroétat "deux particules en A et deux particules en B" correspondent 6 microétats possibles, comme le montre le tableau suivant:

Microétats	Particules			
	U	X	Y	Z
1	A	A	B	B
2	A	B	A	B
3	A	B	B	A
4	B	A	A	B
5	B	A	B	A
6	B	B	A	A

Si l'on considère m états et N particules, le "désordre" du système correspond à la formule suivante:

$$W = \frac{N!}{N_1! N_2! \dots N_m!} \quad (2)$$

S'il existe cinq états et quatre particules, l'entropie la plus élevée correspond à 24 et la plus basse à 1. Le raisonnement est le suivant: pour $N = 4$, $W = 24$, lorsque $N_1=N_2=N_3=N_4=1$ et $N_5=0$. Pour $N_1=4$ et $N_2=N_3=N_4=N_5=0$, $W=1$.

Dans le cas représenté dans le tableau ci-dessus, $W = \frac{4!}{2! \times 2!} = 6$

L'entropie dépend donc de la quantité de microétats possibles, c'est à dire des différents états que le système peut produire.

² Cet exemple provient de *The Entropy Law and the Economic Process* (Georgescu-Roegen, 1971, p. 144).

1.2 Entropie, systèmes instables et équilibre

Tous les travaux liés à la thermodynamique, à l'étude de la complexité et des systèmes non linéaires, établissent une relation entre l'existence d'entropie et l'irréversibilité des évolutions temporelles du système. Lorsque l'entropie d'un système s'accroît, ce processus est irréversible. L'exemple traditionnel du mélange d'eau chaude et d'eau froide illustre parfaitement ce phénomène : (a) à partir de deux litres d'eau tiède, il n'est pas possible d'obtenir, à nouveau, un litre d'eau chaude et un litre d'eau froide. Un tel processus est donc irréversible (b) la quantité d'états de deux litres d'eau tiède est de beaucoup supérieure à la somme des microétats d'un litre d'eau chaude et d'un litre d'eau froide; l'entropie du système s'est accrue en fonction de cette transformation (Ruelle David, op. cit., p. 149). Il est donc possible d'affirmer que, si les processus réversibles se caractérisent par une entropie constante, *les processus irréversibles, eux, se caractérisent par une entropie croissante.*

Ainsi, un système dont l'entropie augmente se caractérise par un désordre croissant. Il est donc possible de poser les questions suivantes:

- i) Quelle est la nature de ce processus de déstructuration et de complexification du système? Ce processus peut-il être, systématiquement, associé à un désordre croissant, comme l'affirme la Mécanique Classique?
- ii) Dans quelle mesure les effets liés au processus de complexification sont les mêmes pour tous les types de système? En d'autres termes, *serait-il possible d'imaginer des effets différenciés, en fonction de la nature des différents systèmes étudiés?*

Nous pouvons fournir les éléments de réponse suivants: le concept de *structure dissipative* élaboré par Prigogine (1996) met en évidence le fait que l'entropie peut produire d'autres formes d'ordre et de régulation. Les effets de rétroaction (*feed-back*) et le caractère auto-organisateur du système agissent de telle manière que l'entropie croissante peut produire d'autres modalités de régulation.

Les effets liés à une croissance de l'entropie dépendent de la nature du système:

- i) Si le système est stable, des modifications infinitésimales concernant les conditions initiales provoquent des effets, eux aussi infinitésimaux, et le système converge à nouveau, vers la position initiale d'équilibre (Idem, p. 35). Si, au contraire, le système est instable, des modifications infinitésimales concernant les conditions initiales peuvent produire des effets importants (L'hypersensibilité aux conditions initiales), et le système peut s'éloigner de l'équilibre initial. Loin de cette position d'équilibre, les processus deviennent irréversibles,
- ii) La seconde loi de la thermodynamique provoque une dégradation de l'énergie. Toutefois, cela ne s'appliquerait qu'aux systèmes clos, objets d'étude de la Mécanique Classique (Herscovici Alain, (a) 2002, p. 60); en ce qui concerne les systèmes autorégulateurs, cette croissance de l'entropie peut se traduire par l'apparition de modalités de régulation plus complexes (Dalmenico Amy Dahan, 1992, p. 395), comme le montre l'exemple des structures dissipatives.

Poincaré a démontré qu'un système d'équations non linéaires pouvait produire, de

manière endogène, des fluctuations (Le chaos déterministe), et qu'il n'est pas possible de prévoir les évolutions de ce système. Le mouvement ne s'explique donc pas à partir de causes exogènes qui produiraient un écart par rapport à la position d'équilibre, mais par le propre fonctionnement du système.

Il faut ainsi distinguer les systèmes à entropie nulle pour lesquels il est possible de prévoir les évolutions en fonction du passé, et les systèmes pour lesquels il n'est pas possible de prévoir ces évolutions (Arnoux P., Chemla K, 1992, p. 56). Il est ainsi possible d'établir la typologie suivante:

- i) Les systèmes stables de la Mécanique Classique ont une évolution prévisible, une entropie nulle ou constante : en ultime instance, la convergence vers la position d'équilibre ne dépend pas des conditions initiales. Tous les états du système sont équivalents (Israël G. 1992, p. 272), ce fait constituant l'unique fondement de la réversibilité des processus et du déterminisme laplacien. L'univers ainsi défini est ergotique.
- ii) les systèmes non linéaires sont constitués par au moins trois variables: bien qu'ils soient déterministes, leurs évolutions dépendent des conditions initiales, elles sont irréversibles et ne peuvent être prévues. Ces systèmes se caractérisent par une entropie croissante et l'univers ainsi défini est non ergotique.

L'hypothèse d'ergotité se caractérise par le fait que la moyenne temporelle d'un événement converge vers la moyenne spatiale: en d'autres termes, *la fréquence de l'événement considéré est la même en tous les points du temps* (Herscovici Alain, 2003). Dans ce cas, il est possible de quantifier le futur à partir d'un calcul en termes de probabilité, cette probabilité pouvant être assimilée à la fréquence de l'événement: l'observation du passé permet donc de prévoir le futur. Néanmoins, l'hypothèse ergotique suppose que les conditions suivantes soient remplies: (a) il est possible de répéter n fois la même expérience; l'événement n'est donc pas unique et il ne dépend pas de conditions initiales données qui ne peuvent être reproduites à l'identique (b) le système conserve ses caractéristiques qualitatives dans le temps (Sinaï Yakov, 1992).

En Économie, cela se traduit par le fait que la réalité soit "immutable", c'est à dire par le fait que les décisions des agents économiques ne modifient pas cette réalité (Davidson, 1996). Les analyses du *mainstream* sont donc, par nature, liées à l'hypothèse ergotique: dans la version Arrow/Debreu de l'Equilibre General, " (...) il existe des marchés pour tous les états de la nature et en ce qui concerne toutes les époques futures" (Arrow, 2000). Dans le cadre de la théorie des anticipations rationnelles, les anticipations des agents se réalisent en fonction de l'hypothèse ergotique: comme l'affirme Davidson (1996), il serait irrationnel d'élaborer des expectatives rationnelles si l'univers n'était pas ergotique; dans ce cas, les probabilités subjectives ne convergeraient pas vers les probabilités objectives.

Enfin, il faut analyser la relation entre la nature des lois scientifiques, la nature de l'équilibre et la régulation globale du système. "Alors qu'à l'équilibre, ou près de cette position, les lois de la nature sont *universelles*, loin de l'équilibre elles deviennent spécifiques et dépendent du type de processus irréversibles" (Priogogine, op. cit., p. 75). Loin de l'équilibre, les évolutions deviennent irréversibles; au-delà de certaines valeurs critiques, les processus deviennent irréversibles et le système s'éloigne de la position

d'équilibre. Il se transforme, qualitativement et produit d'autres modalités de régulation, qualitativement différentes de celles qui prévalaient à l'équilibre. Loin de l'équilibre, le "désordre" peut se traduire par un ordre différent³.

2) Entropie et lois économiques

2.1 Systèmes ouverts et systèmes clos

Contrairement à l'école qui, à partir de la méthodologie préconisée par Popper, prône le monisme méthodologique, les travaux liés à l'étude des systèmes complexes montrent que la méthodologie utilisée pour étudier un système ne peut être déterminée, a priori, indépendamment de la nature de ce système (Prigogine and Stengers, 1984, pp. 204-5). C'est à partir d'un tel résultat que je me propose d'appliquer ces différents concepts à l'analyse économique. Il est intéressant de remarquer qu'aucun système n'est parfaitement clos: cette définition de l'exogène et de l'endogène, et la constance de cette relation, ne sont que des "simplifications" réalisées à des fins analytiques.

2.1.1 Un premier choix consiste à considérer que le système économique est un système clos. Cette option méthodologique se caractérise par le choix d'une dichotomie entre variables endogènes et exogènes, ainsi que par la constance de cette dichotomie; à ce propos, il faut rappeler qu'un système fermé est un système mécanique qui ne connaît aucune modification qualitative; par voie de conséquence, un tel système permet de construire des lois universelles. Dans ce cas, l'analyse économique peut utiliser un certain formalisme ou, plus précisément, le formalisme mathématique pour étudier l'objet ainsi défini (Chick V., Dow S.C., 2001, p. 705); le concept d'*Homo Economicus* permet de réaliser le calcul "du plaisir et de la douleur". Dans un même ordre d'idée, la problématique de l'Équilibre Général consiste à résoudre un système d'équations simultanées⁴ pour déterminer, mathématiquement, les prix et les quantités d'équilibre.

Ce type de modèle est atemporel ou, dans le meilleur des cas, utilise un temps purement logique, la clause *ceteris paribus* permettant de résoudre, logiquement, le système. L'univers propre à l'Équilibre Général, tant dans la version walrasienne que dans la version Arrow/Debreu (ces remarques s'appliquant également à la théorie des anticipations rationnelles) se caractérise par l'ergodicité; il est "immutable", invariant, dans la mesure où il ne connaît pas de modification qualitative (Davidson Paul, 1996). L'hypothèse ergotique, à partir de l'existence de marchés contingents, se traduit par l'absence d'incertitude et par la parfaite connaissance des marchés présents et futurs (Arrow, 1974).

À ce niveau, il nous faut formuler deux types de questions: quel est le critère qui permet de déterminer la scientificité des lois ainsi énoncées? Dans quelle mesure la "réalité" constitue un élément qui permet de tester cette scientificité ?

³ Cela correspond aux structures dissipatives de non équilibre (Prigogine, op. cit., pp. 85 e 184).

⁴ Il est intéressant d'observer que la majeure partie des résolutions marxistes et neo-ricardiennes relatives au problème de la transformation des valeurs en prix de production, utilise cette même méthodologie. À ce propos, on peut consulter Herscovici 2002 (a), op. cit., p. 163 et suivantes.

Malgré les affirmations de Milton Friedman à propos de l'irréalisme des hypothèses, tous les économistes qui travaillent à partir des modèles d'Equilibre General reconnaissent que cette construction n'est pas "falséable", au sens poppérien (Blaug M., 1993, p. 231-232). Il existe deux manières de résoudre ce problème : (a) l'analyse repose uniquement sur la cohérence interne mathématique du modèle et ignore les relations avec la réalité (Chick, Dow, 2001, p. 707) (b) ou, au contraire, la réalité est étudiée en fonction des écarts qu'elle présente par rapport aux conditions définies par le modèle: imperfections de l'information, dans le cas du monétarisme de Milton Friedman ou de la théorie des anticipations rationnelles, rendements croissants en ce qui concerne le monopole naturel ou la théorie de la croissance endogène, externalités, etc...

Les autres approches qui, dans le cadre de la théorie néoclassique, ont tenté de construire des analyses plus réalistes, aboutissent à des résultats qui sont incompatibles avec le noyau central de cette théorie; l'analyse des procès concrets qui permettent de passer d'une situation initiale de déséquilibre à une situation d'équilibre mettent en évidence certaines contradictions et paradoxes (Vercelli Alessandro, 1991, p. 20 et suivantes):

i) Dans quelle mesure la rationalité microéconomique, hors de la position d'équilibre, permet-elle de revenir à cette même position? La nature de cette rationalité est-elle la même que celle qui s'exerce à l'équilibre (Arrow K., 2000, p. 236) ?Le processus de tâtonnement walrasien implique que les agents connaissent, *ex-ante*, les quantités et les prix d'équilibre (Lévy et Duménil, 1987); dans ce cas, quelle est l'utilité d'un tel processus et pourquoi ne pas atteindre, instantanément, cette position d'équilibre? Il faut par ailleurs remarquer que cette analyse ne considère pas l'existence de processus de *path-dependence*.

ii) Les anticipations hors de la position d'équilibre sont élaborées en fonction des caractéristiques du propre équilibre; dans ce cas, la théorie des anticipations rationnelles ne représente qu'une "forme stochastique de prévision parfaite" et, tautologiquement, les anticipations permettent, obligatoirement, le retour à l'équilibre. Par ailleurs, le paradoxe de Sims met en évidence le fait qu'il n'est pas possible de concilier anticipations pleinement rationnelles et équilibre.

iii) La nature de l'information n'est pas obligatoirement la même près, ou loin, de l'équilibre (Herscovici, 2003). Il est ainsi possible de questionner l'efficacité du système de prix et sa fiabilité en ce qui concerne un retour vers la position d'équilibre; les prix peuvent fournir des signaux imparfaits, ceux-ci pouvant provoquer des processus cumulatifs de déséquilibre comme ceux décrits par Wicksell ou Hayek, par exemple.

iv) le paradoxe de Stiglitz peut s'exprimer de la manière suivante (S.J. Grossman and J.E.Stiglitz, 1976): dans la mesure où il existe des coûts relatifs à l'acquisition de certaines informations, on peut différencier deux types d'agents: ceux qui vont assumer ces coûts (la population informée) et ceux qui ne vont pas acheter cette information (la population non informée).L'équilibre se caractérise par le fait que le système de prix permet de transférer, gratuitement, l'information des agents informés vers les agents non informés. L'information est donc un bien indivisible qui produit des externalités positives, l'efficacité du système de marché permettant de réaliser cet équilibre. Cependant, surgit le paradoxe suivant: s'il existe des arbitrages parfaits sur les marchés, il n'est pas rationnel que les agents informés payent un prix pour acheter cette

information: son coût est égal à son utilité marginale et, donc, l'excédent des agents informés est le même que celui des agents non informés (Herscovici, 2004).

2.1.2 Les modèles ouverts, ou semi-ouverts, au contraire, sont des modèles *historiques* dans lesquels les valeurs de certaines variables, généralement exogènes, traduisent les spécificités de la période étudiée. Les concepts d'institutions et de conventions illustrent parfaitement cette approche: ce sont des variables "extra-économiques" qui permettent d'étudier les marchés concrets: (a) elles assument un rôle de coordination et de stabilisation des marchés (b) elles se modifient en fonction du temps, ce qui met en évidence l'historicité de l'analyse et les modifications qualitatives du système.

La pérennité relative de certaines institutions et conventions permet d'expliquer l'existence de périodes de stabilité relative durant lesquelles il est possible d'observer certaines régularités sociales et économiques ⁵ .

i) La rationalité des agents est, par nature, limitée. Dans un tel univers, il est impossible de maximiser des fonctions microéconomiques de production ou d'utilité: l'existence de l'incertitude, au sens post-keynésien du terme, ne le permet pas (Kregel I., 1980). D'autre part, le réductionnisme méthodologique qui caractérise l'école néoclassique est incompatible avec cette approche: les institutions sont des variables macrosociales et macroéconomiques qui fournissent le contexte nécessaire dans lequel s'exercent les différentes rationalités microéconomiques, les différents processus d'apprentissage et d'appropriation de l'information; les institutions permettent ainsi de coordonner les actions des différents agents économiques (Hodgson G.M., 1998, pp. 169-171 et 182). Leur inertie relative explique l'existence de régularités historiques.

ii) La "plasticité" des institutions et des conventions permet d'établir un parallèle avec la biologie: alors que le système de compatibilités entre les institutions et le régime d'accumulation permet d'expliquer les stabilités historiques relatives, les modifications relatives à l'accumulation se traduisent par des modifications institutionnelles, et cela de telle manière que les nouvelles combinaisons institutionnelles soient compatibles avec le nouveau régime d'accumulation. *La plasticité de institutions permet, simultanément, de préserver les cohérences internes du système et de créer de nouvelles cohérences.* Les analogies avec la biologie évolutionniste sont les suivantes: l'entropie croissante, après une période de turbulence, produit de nouvelles modalités de régulation; il s'agit des structures dissipatives évoquées antérieurement. En économie, cette méthode a été utilisée par Marx, Keynes et Schumpeter: *l'instabilité structurelle* mise en évidence par ces auteurs peut être exprimée en terme de dynamique non linéaire et permet d'expliquer la production endogène de fluctuations au sein du système (Vercelli A, 1985).

L'historicité propre à ce type d'analyse s'explique à partir des éléments suivants:

(a) Les évolutions institutionnelles sont intrinsèquement irréversibles dans la mesure où le propre procès de transformation détruit les états antérieurs du système, cela

⁵ L'école française de la régulation, à partir des concepts de mode de régulation, régime d'accumulation et formes institutionnelles, utilise ce type de méthodologie. À ce propos, voir Boyer (1987).

correspondant à au concept d'irréversibilité (*irrevocability*) tel qu'il a été défini par Gerogescu-Roegen (op. cit., p. 197);

(b) Ces évolutions s'expliquent à partir de l'existence de bifurcations: elles représentent les trajectoires possibles que le système peut emprunter et traduisent, de fait, *le degré de liberté du système* (Israël, p. 226). L'irréversibilité des évolutions, et donc l'Historicité du système, provient du fait qu'à partir du moment où le système a "choisi" une certaine trajectoire, son évolution devient irréversible (Idem, p. 221)

Dans cet univers qui se caractérise par la non ergoticité et par l'incertitude, la rationalité substantive néoclassique ne peut être concrètement mise en oeuvre (Kregel, 1980): la logique "humaine" substitue la logique formelle lorsqu'il s'agit de prendre des décisions dans un contexte qui se caractérise par une incertitude forte (Chick V. Dow S., 2001, p. 714).

2.2 La nature des lois économiques

2.2.1 Selon Karl Popper, pour être scientifique, une loi doit être universelle. Elle ne peut dépendre des conditions initiales, sinon apparaît le paradoxe de l'historicisme: "si les lois dépendent des changements, ces propres changements ne pourraient jamais être expliqués par ces lois" (Popper, 1998, p. 131). *L'instrumentalisme* qui caractérise ce type d'approche consiste à formuler, à partir de ces lois, des prévisions passibles de reproduction. Par voie de conséquence, la loi doit être "*falséable*" à partir de l'observation de la réalité: il n'est pas possible d'invoquer la non vérification de certaines conditions initiales pour expliquer la non vérification de ces prévisions⁶. Par voie de conséquence, une loi historique ne peut pas être scientifique: les événements historiques uniques ne sont pas reproductibles, par nature, et donc, ne peuvent être falsifiés.

En fait, *la méthodologie poppérienne est directement liée au déterminisme et à l'étude des systèmes clos*. En ultime instance, se pose le problème relatif à l'unité méthodologique des Sciences: si le critère de démarcation est différent en fonction de la nature de l'objet étudié, il serait possible de déterminer différents types de lois scientifiques, certaines historiques et d'autres universelles. Si, comme l'affirme Popper, le même critère de scientificité peut être appliqué à l'ensemble des Sciences, il est possible d'affirmer l'existence du monisme méthodologique.

Enfin, il est important de noter que l'opposition entre les Sciences Exactes et les Sciences Sociales est de moins en moins marquée: les analyses liées à l'entropie, aux systèmes non linéaires et à l'existence de structures dissipatives, mettent en évidence l'irréversibilité des processus, l'absence de prévisibilité et l'hyper-sensibilité aux conditions initiales: en Physique, par exemple, "(...) le comportement d'un fil qui a subi une torsion est différent de celui qui n'a pas subi une telle torsion" (Israël, op. cit., p. 267). Les évolutions du système dépendent de ses états présents et passés, la *path*

⁶ Em ce qui concerne une analyse critique de la méthodologie de Popper, on peut se reporter à Henri Bartoli (1991, p. 406); cet auteur affirme que les prévisions poppériennes ne peuvent être qualifiées de vraies "(...) que sous certaines conditions, de sorte que, dans le meilleur des cas il convient de rechercher quelles conditions supplémentaires il faut introduire si l'on veut tenter de réduire les indéterminations et la part du relatif". Ces conditions supplémentaires permettent d'incorporer une dimension historique dans l'analyse; à ce propos, voir, également, Alain Herscovici 2002 (a), capítulo I.

dependence mettant en évidence de telles dynamiques. Les lois sont donc intrinsèquement historiques dans la mesure où elles dépendent de certaines conditions initiales.

Il existe donc deux conceptions relatives à la nature des lois scientifiques: la première, liée au déterminisme laplacien et au concept d'équilibre, se propose de construire des lois scientifiques universelles et falsifiables. La seconde conception est liée aux concepts d'entropie et de structures dissipatives; elle permet de conclure, au contraire, que dans l'ensemble des Sciences, les lois sont intrinsèquement historiques; cette conception ne reconnaît pas la valeur explicative du concept d'équilibre et peut être assimilée à une approche évolutionniste et organiciste (Hodgson, 1998, pp. 168 e 175).

2.2.2 Il est enfin possible de distinguer deux types de déterminisme: *le déterminisme Physique et le déterminisme mathématique*. Le déterminisme mathématique consiste à résoudre un système d'équations simultanées, le déterminisme physique à prévoir la position du système dans le temps (Dahan Dalmenico A., 1992, p. 400). Ces déterminismes concernent des objets différents : le déterminisme mathématique, un objet abstrait, par nature, le déterminisme physique, un objet concret qui concerne le monde physique ou social; en tant qu'objet concret, sa position peut être déterminée à partir des instruments de mesure disponibles. Étant donné que ces instruments de mesure sont d'une précision finie, la détermination de la position initiale du système sera, dans tous les cas, imparfaite. *En Physique, cela correspond à la détermination d'une zone autour d'un point, et non de la position exacte du propre point*. Si le système est sensible aux conditions initiales, une différence infinitésimale concernant la détermination des conditions initiales se traduit par des évolutions divergentes du système et, de fait, par l'impossibilité de prévoir ses évolutions.

Si le système est stable, c'est à dire s'il n'est pas sensible aux conditions initiales, il est possible de faire des prévisions, le déterminisme mathématique permettant d'établir ces prévisions. Si, au contraire, le système est instable, il n'est pas possible de réaliser ces prévisions en utilisant le déterminisme mathématique. Le type de déterminisme scientifique dépend donc de la nature de l'objet étudié; contrairement à ce qu'affirme Popper, il est impossible d'utiliser le même critère de scientificité pour l'ensemble des objets étudiés. La thèse du monisme méthodologique est difficilement soutenable.

Dans la tradition néoclassique, les analyses en terme d'Équilibre General traitent de la stabilité mathématique du système : il s'agit de résoudre un système d'équations simultanées et de prouver les conditions d'existence, d'unicité et de convergence. Au contraire, *la tradition hétérodoxe étudie les conditions de stabilité physique du système*; cela consiste (a) à déterminer les zones de stabilité et d'instabilité (b) concevoir le système économique comme un système partiellement instable, et ouvert (c) et étudier les trajectoires du système en fonction de ses conditions initiales. Il ne s'agit donc pas de construire des lois universelles, mais d'expliquer des régularités relatives et historiques ⁷, lesquelles peuvent se définir comme “ (...) des uniformités non

⁷ C'est, notamment, la méthode générale du “vieux” institutionalisme et de l'école française de la régulation. À ce propos, voir Hodgson (op. cit., p. 168): “Il faut remarquer que l'institutionnalisme ne tente pas de construire une théorie générale et complète”.

systematiques correspondant à un certain contexte (...)" (Bartoli, 1991, p. 403).

Toutefois, il faut observer que le type de mathématique utilisé ici est différent: alors que l'économie néoclassique utilise les mathématiques liées à l'algèbre traditionnelle, les mathématiques utilisées par ce que j'ai défini comme l'hétérodoxie permettent de réaliser des simulations en ce qui concerne les évolutions du système étudié. Dans ce dernier cas, il ne s'agit donc pas de trouver une solution unique à un système d'équations, mais de simuler certaines évolutions, à partir de la détermination de la valeur de certains paramètres; par définition, ces simulations ne peuvent être que partielles et ne sauraient rendre compte de l'ensemble des trajectoires possibles du système étudié. Ainsi, il n'est donc pas possible, comme le font Victoria Chick et Sheila Dow (op. cit.), de parler de formalisme mathématique comme si celui-ci était unique. D'un autre côté, l'étude des régularités historiques implique l'utilisation d'un certain formalisme, l'utilisation d'un certain langage, que celui-ci soit mathématique ou "littéraire". Enfin, le second type de mathématique est totalement compatible avec l'indéterminisme qui caractérise les systèmes ouverts⁸.

II) Quelques applications en Economie

1) *Équilibre et instabilité*

1.1 *La loi de Say et la loi de Walras*

La loi de Say peut être conçue comme la manifestation, en économie, de la première loi de la thermodynamique: elle correspond à la conservation de l'énergie et à la stabilité de l'équilibre.

i) En ce qui concerne le premier aspect, la conservation de l'énergie correspond à l'équivalence macroéconomique entre le produit distribué et la totalité des dépenses effectuées (Kregel, 1985, p. 33); la totalité du produit distribué est égale à la totalité des dépenses effectuées. Par rapport à l'hypothèse de la neutralité de la monnaie (a) la théorie des fonds d'emprunt permet de réaliser l'égalité entre l'investissement et l'épargne; la part du revenu qui n'est pas directement dépensée le sera indirectement par le biais de l'épargne qui finance la consommation productive, c'est à dire l'investissement. *L'équivalence macroéconomique entre le revenu distribué et le revenu dépensé correspond à la loi de conservation de l'énergie*⁹ (b) dans ce cas, le système atteint la position d'équilibre qui correspond à une situation de plein emploi (Idem, p. 41), situation dans laquelle le consommateur maximise son utilité¹⁰.

Cependant, à partir de la loi de Walras, la neutralité de la monnaie ne permet pas de

⁸ Voir, à ce propos, les travaux pionniers de Richard Goodwin.

⁹ De la même manière, il serait possible de s'interroger à propos de l'hypothèse post-keynésienne relative à la conservation du pouvoir d'achat de la monnaie dans le temps.

¹⁰ Say démontre que, dans le cadre d'une situation concurrentielle, les consommateurs maximisent leur utilité individuelle en comparant le prix du bien, c'est à dire sa valeur monétaire, à l'utilité retirée de la consommation de ce bien. Si la valeur monétaire du bien, valeur mesurée en terme d'efforts, c'est à dire de désutilité, est supérieure à l'utilité résultant de sa consommation, le consommateur ne maximisera pas son utilité totale; il n'achètera donc pas ce bien (Say J. B., 1974, p. 214).

déterminer les prix absolus, c'est à dire le niveau général des prix (Baumol, p. 255); la variation du niveau général des prix ne modifie pas les prix relatifs et ce niveau ne peut être déterminé. Pour Keynes, dans la *Théorie Générale*, la loi de Say implique la similitude entre les courbes d'offre et de demande agrégées; à partir de cette hypothèse, le système atteint obligatoirement la position d'équilibre qui correspond au plein emploi (Keynes, 1990, pp. 38 e 39).

Dans le cadre d'une telle analyse, la nature intrinsèquement monétaire du taux d'intérêt et les spécificités de la nature de la monnaie permettent de réfuter la loi de Say et ses implications en terme de plein emploi: (a) l'investissement total dépend de l'efficacité marginale du capital et du taux d'intérêt; dans la mesure où ces deux variables sont déterminées de manière totalement indépendante, il y a une multiplicité d'équilibres et rien n'indique que l'équilibre effectivement réalisé corresponde au plein emploi (b) dans la mesure où la monnaie est un actif qui possède des élasticités de production et de substitution nulles et une prime de liquidité élevée, dans le cas d'une situation qui se caractérise par une incertitude forte, les épargnants vont préférer transférer leurs dépenses des actifs non monétaires vers les actifs monétaires, et cela avant que la position de plein emploi ne soit atteinte.

ii) D'un autre côté, les travaux liés aux structures dissipatives permettent d'aboutir aux conclusions suivantes: à l'équilibre, la production d'entropie est nulle et cette propriété garantit la régression des fluctuations (Progogine, op. cit., p. 74). Cela correspond à la première loi de l'entropie et à *la stabilité de l'équilibre macroréconomique*: le propre Say reconnaît que des déséquilibres sectoriels peuvent apparaître, mais ils ne se traduisent pas par un déséquilibre entre l'offre et la demande globale. À partir d'une formalisation simple, il est possible de démontrer que, dans une économie à deux secteurs, si l'épargne totale est égale à l'investissement total, l'excès de demande dans un secteur est obligatoirement compensé par l'excès d'offre dans l'autre secteur, et donc que la demande globale est toujours égale à l'offre globale (Herscovici, 2002 (a), p. 264 et suivantes).

Ainsi, la loi de Say, et la stabilité de l'équilibre qui lui correspond, sont caractéristiques de systèmes conservateurs dans lesquels la production d'entropie est nulle; *la construction de l'objet d'étude et les principaux résultats de l'économie néoclassique sont directement liés à ce choix épistémologique. Au contraire, l'instabilité structurelle est liée à la seconde loi de la thermodynamique et à l'indéterminisme méthodologique.*

1.2 Une interprétation de la baisse tendancielle du taux de profit

Il existe deux lectures possibles concernant la loi de la baisse du taux de profit, telle qu'elle est décrite par Marx: l'interprétation déterministe la conçoit comme une tendance inéluctable et voit en elle la nécessité de la "crise finale" du système capitaliste: à partir d'une telle perspective, un certain nombre de travaux empiriques essayent de prouver qu'à moyen et long terme cette tendance se vérifie. Cependant, un certain nombre de problèmes méthodologiques se posent: quelle est la période qu'il faut choisir pour réaliser une telle vérification? Quels secteurs faut-il considérer pour pouvoir calculer le taux général de profit? Cela implique d'établir une dichotomie entre les secteurs productifs et ceux qui sont improductifs.

Étant données ces limitations, je crois que le statut de cette loi est autre: il ne s'agit pas de tenter de la vérifier empiriquement, mais de l'interpréter à partir du principe de *causalité complexe*:

i) Après avoir explicité le principe de cette loi, conçue à partir d'un progrès technique de type *labour saving*, Marx dédie deux chapitres à l'étude des contre-tendances. La question consiste à déterminer l'effet global de la tendance initiale et des contre-tendances; le caractère auto-organisateur du système capitaliste est tel qu'il crée les mécanismes historiques de régulation capables de produire les contre-tendances nécessaires à sa reproduction. Dans ce cas, le problème de la vérification empirique de cette loi devient un problème mineur.

ii) Dans le cadre d'une approche dynamique, "une métamorphose se produit lorsqu'une forme déterminée devient inadéquate pour atteindre ses principaux objectifs" (Vercelli, 1985, p. 289). Au-delà d'une certaine valeur critique, le système se modifie qualitativement et ce choc endogène produit une modification structurelle du système.

iii) Finalement, il est possible d'interpréter cette tendance à partir de la seconde loi de la thermodynamique. La "loi" décrite par Marx met en évidence le paradoxe suivant: alors que le profit a pour unique origine la plus value obtenue à partir de l'utilisation capitaliste du travail productif, le système produit une rareté relative du facteur travail, ou un excès relatif de capital, ce qui revient au même; ce processus se traduit par l'augmentation de la composition organique du capital. *Les crises représentent des modalités spécifiques de dévalorisation du capital* (Marx, 1976, Livre III, p. 265) qui permettent de "freiner la baisse du taux de profit" (Idem) et de reconstituer ainsi les conditions nécessaires à une nouvelle augmentation du taux de profit. À ce propos, Marx parle de mise en jachère et de destruction d'une partie du capital social (Ibid., p. 269).

Cette causalité complexe permet de concevoir cette tendance à la baisse du taux de profit comme un *processus dialectique au sein duquel alternent phases d'expansion et phases de récession*. Les schémas de reproduction élargie construits par Marx montrent que, durant la phase d'expansion, la part relative des profits, par rapport au revenu total, augmente (et donc, que la part relative des salaires diminue) : au-delà d'une valeur critique, apparaît une phase de récession, la demande effective devenant insuffisante, en fonction de l'insuffisance de la demande qui provient du secteur des biens de consommation. Durant la phase de récession, la part relative des profits diminue, le capital se dévalorise, et les conditions nécessaires à une nouvelle phase d'expansion se restaurent progressivement. Ce procès de déstructuration/restructuration met en évidence l'instabilité structurelle du système.

Ces enchaînements peuvent être formalisés de la manière suivante:

$$P/Y = \varphi(g) \quad (1),$$

$$g = \pi(P/Y) \quad (2),$$

P représente le profit, Y le produit, g le taux de croissance du produit et dg/dt la variation, dans le temps, de ce taux de croissance. En introduisant des déphasages temporels, il est possible d'écrire:

$$(1) \text{ et } (2) \Rightarrow g_t = [\pi \cdot \varphi] (g_{t-1}) = \Omega (g_{t-1}) \quad (3)$$

En fonction de certaines valeurs de P/Y , Ω' sera supérieur ou inférieur à 0, cela s'expliquant par la combinaison des effets contradictoires de φ et de π . Par exemple, au début d'une phase d'expansion, lorsque P/Y est inférieur à une certaine valeur critique $(P/Y)_1$, P/Y augmente, cela se traduisant par l'augmentation de g , ($\pi' > 0$, dans l'équation 2); par ailleurs, l'augmentation de g se traduit par une augmentation de P/Y (cf. Equation 1). Nous sommes donc en présence d'un *processus cumulatif de croissance* qui se caractérise par le fait que dg/dt augmente. Lorsque P/Y devient supérieur à $(P/Y)_1$, dg/dt diminue: $\pi' < 0$ et $\varphi' > 0$. Le taux de croissance du produit diminue: au-delà de cette valeur critique, l'augmentation de P/Y se traduit par une baisse de g (cf équation 2), cette baisse étant compensée par l'augmentation de g , en fonction de l'équation (1). Lorsque la crise se manifeste et lorsque apparaît la récession, g devient négatif, $\varphi' > 0$ et $\pi' > 0$. La baisse de g entraîne une baisse de P/Y , ce qui provoque une nouvelle baisse de g , et ainsi de suite. Le processus cumulatif de récession joue pleinement, jusqu'à la prochaine inversion de tendance, lorsque $\pi' < 0$. Durant la phase de récession, les conditions propres à l'apparition d'une nouvelle phase d'expansion se restaurent progressivement.

Il est intéressant de remarquer que ce mécanisme explique, simultanément, le caractère cumulatif du cycle et l'inversion de tendance, à partir de l'existence de points d'inflexion (*turn points*); il met également en évidence l'existence de fluctuations auto-entretenues.

1.2 Les variations de l'efficacité marginale du capital

Il existe un mécanisme qui, dans la Théorie Générale, est basé sur le même principe; d'une part, l'investissement total est déterminé par la différence entre l'efficacité marginale du capital et le taux d'intérêt, $(e - i)$, et, d'autre part, l'efficacité marginale du capital diminue lorsque l'investissement total augmente (Keynes, op. cit., pp. 115 et 116). Pour simplifier le raisonnement, je considérerai que, durant ce procès, le taux d'intérêt est constant.

Il est ainsi possible d'écrire les relations suivantes :

$$I = \varphi_1 (e - i) \quad (4)$$

$$e = \varphi_2(I) \quad (5)$$

$$(4) \text{ et } (5) \Leftrightarrow e = \varphi_2 \bullet [\varphi_1 (e - i)] \quad (6)$$

En introduisant des déphasages temporels, nous avons ainsi:

$$e_t = \varphi_2 \bullet [\varphi_1 (e_{t-1} - i)] \quad (7)$$

L'équation (7) permet de déduire que la valeur de e , en t , dépend de sa valeur en $t-1$: si cette équation est non linéaire, elle peut produire des mouvements chaotiques. Comme l'affirme Keynes, le cycle économique est le résultat des variations de l'efficacité

marginale du capital (Keynes, op. cit., p. 343). *Ces variations constituent un mécanisme qui permet de fournir une explication endogène des fluctuations et de l'inversion de tendance*: "(...) les forces qui expliquent l'expansion produisent des effets cumulatifs, et cela de manière réciproque, mais perdent progressivement de leur intensité jusqu'au moment où elles seront substitués par des forces qui agissent en sens contraire (Keynes, op. cit., p. 243).

1.4 *Le concept de rareté de capital*

Tant à partir de Marx que de Keynes, *les fluctuations économiques produisent, et sont produites, par la rareté du capital*; durant la phase de récession, le processus de dévalorisation du capital permet de reconstituer cette rareté; durant la phase d'expansion, il se crée une abondance de capital.

Adam Smith reconnaissait déjà que l'abondance de capital est l'une des raisons qui explique la baisse du taux de profit (Smith A, 1980. Livre I, p. 211). À ce propos, Marx parle de surproduction de capital (Marx, livre III, 1976, p. 267); de la même manière, Keynes affirme que le profit s'explique à partir de la rareté du capital (Keynes, op. cit., p. 169).

A partir d'une telle perspective, *la rareté est, par nature, sociale*: cette rareté ne peut se définir qu'en fonction de ses conditions de valorisation sociale. Pour Marx, le propre concept de superproduction de capital, ainsi que la tendance à la baisse du taux de profit, s'expliquent à partir de la relation entre la totalité de la plus value et la valeur du capital social: l'accumulation se traduit par le fait que la plus value augmente proportionnellement moins que le capital constant (Marx, op. cit., p. 266 et suivantes). Keynes montre également que durant les différentes phases du cycle économique, les entrepreneurs réalisent de profits supérieurs ou inférieurs au profit "normal" (Keynes, op. cit., p. 74); ce procès ne peut s'expliquer que par la relation entre la totalité du profit et la totalité du capital investi.

Enfin, il est important de souligner que cette rareté sociale est définie indépendamment d'une mesure physique. Elle est intrinsèquement différente de la rareté définie par Ricardo, à propos des terres de différentes qualités, ou bien de la rareté néoclassique; dans les modèles néoclassiques de croissance, comme le modèle fondateur de Solow, c'est la rareté physique des facteurs de production qui explique, à partir de la variation du coefficient de capital, la convergence vers la croissance équilibrée. Au contraire, dans le type d'analyses développé dans ce travail, cette rareté constitue la base des mécanismes qui produisent ces fluctuations endogènes. *Cette rareté met en évidence le caractère contradictoire du processus d'accumulation capitaliste ainsi que ses limites sociales et historiques.*

2) *Les modalités de résolution du système*

2.1 *L'utilisation du concept d'équilibre*

Dans le cadre de ces approches hétérodoxes, l'équilibre peut être conçu comme une médiation qui permet de passer de l'abstrait au concret; *c'est une résolution temporelle*

valable, à peine, pour un moment déterminé du temps (Chick V., Dow S.C., 2001, p. 713). C'est à partir d'une telle conception que je conçois l'utilisation que Marx et Keynes font du concept d'équilibre.

2.1.1 Dans l'économie classique, la convergence du prix de marché vers la valeur définie par le prix de production (ou prix naturel) dépend des hypothèses suivantes : (a) la concurrence entre les différents capitaux a déjà permis la réalisation de l'égalisation des taux de profit sectoriels (b) durant ce processus d'ajustement, il n'y a pas de progrès technique ni de modifications de distribution du revenu. Ce raisonnement fait surgir certaines interrogations:

- i) La concurrence capitaliste est-elle un procès stabilisateur capable d'imposer une tendance à l'égalisation de taux de profit sectoriels? Le système de prix de marché fournit-il les signaux qui permettent de réaliser les transferts intersectoriels de capital nécessaires à la réalisation de cette égalisation des taux de profits (Steedman I., 1984)?
- ii) Quelle est la valeur explicative d'un processus dynamique qui, de fait, exogénéise le progrès technique et les modifications de distribution du revenu?
- iii) Quelles seraient les implications liées à l'existence d'une *path dependence*?

Ces modalités de résolution du système sont telles que l'existence d'un procès de gravitation dépend de conditions restrictives: entre autre, l'absence de *path dependence* signifie que le temps utilisé est réversible, et donc a-historique. Cette absence de *path dependence* permet de formuler les conclusions suivantes (Kaldor, 1934, p. 124): (a) ou le système de prix est réalisé instantanément, en chaque point du temps, et, à chaque valeur des variables exogènes, correspond une valeur déterminée des prix de production. Dans ce cas, rien n'indique que le procès de convergence soit systématiquement réalisé (b) ou bien les variations des prix de marché ne modifient pas la position d'équilibre de long terme, ce qui est peu probable, en fonction de l'interdépendance des marchés .

En résumé, il est possible d'affirmer que ces hypothèses implicites limitent fortement les conditions d'existence de ce processus de convergence. D'autre part, cette conception des prix de production est telle que ces prix sont, en fait, des prix d'offre; à ce propos, Marx part de l'hypothèse selon laquelle, dans chaque secteur, la demande est égale à l'offre, ce qui équivaut à adopter l'hypothèse de *market-clearing* continu (Marx, op. it., p. 164). Cette conception de l'équilibre est incompatible avec une approche historique liée au principe de l'indéterminisme méthodologique (Setterfield M., 1998, p. 528).

2.1.2 Ces observations s'appliquent également au concept d'équilibre que Keynes utilise dans la Théorie Générale : l'équilibre représenté par la Demande effective n'est qu'un équilibre temporel, qui représente un état du système, en fonction de la valeur de certaines variables. Dans un texte célèbre, Kregel (1976) distingue trois types d'équilibre: l'équilibre statique, l'équilibre stationnaire et l'équilibre mobile; dans les deux premiers cas, les anticipations de long terme sont constantes, déterminées de manière exogène, et ne dépendent pas des anticipations de court terme; la stabilité de l'équilibre représenté par la demande effective dépend de ces hypothèses. Comme l'affirme Sheila Dow(1985, pp. 125 à 127), il y a trois types de temporalités dans la Théorie Générale: le temps logique, le temps historique et le temps "anticipationnel";

alors que les deux premiers types d'équilibre sont compatibles avec un temps logique, l'équilibre mobile n'est compatible qu'avec un temps historique.

Il est intéressant d'observer que le fait d'exogénéiser les anticipations de long terme revient à considérer que le choc, c'est à dire la cause des fluctuations, est, lui aussi, exogène. Ce résultat est incompatible avec la méthodologie adoptée dans ce travail : en fonction de la nature des systèmes sociaux, le choc est produit de manière endogène, par le fonctionnement "normal" du système. En terme d'analyse économique, un choc exogène est lié à la stabilité du système, les fluctuations étant provoquées par une variable exogène : un choc monétaire, en ce qui concerne la théorie des anticipations rationnelles, un choc de demande ou d'offre pour les nouveaux keynésiens, un choc de productivité dans le cadre des analyses en terme de cycles réels. L'impact du choc n'existe qu'à court terme, la position de long terme n'étant pas affectée par ces modalités d'ajustement de court terme.

L'équilibre est "notionnel", non pas par le fait qu'il représente une position de long terme que le système atteint tendentiellement, mais par le fait de représenter la position que le système atteindrait si certaines conditions étaient constantes durant l'ensemble du processus d'ajustement (Idem, p. 126).

En fait, seul l'équilibre mobile peut être appliqué à l'étude de la réalité, cela correspondant au concept de taux garanti (warranted) dans le modèle de Harrod; ce taux se modifie dans le temps, en fonction de la modification des variables exogènes, ou bien de manière endogène (Kregel, 1976, p. 216). À partir des différentes versions du modèle de Harrod, il est possible d'affirmer que la croissance est, intrinsèquement, instable, et que le cycle économique s'explique, de manière endogène, par l'instabilité du système. Bien que les relations de ce système ne soient pas exprimées en terme d'équations, les résultats de ce modèle montrent que ce système est non linéaire, instable, et que les fluctuations sont le produit de cette non linéarité :

i) Les fluctuations sont étudiées à partir de la comparaison entre G , le taux de croissance réel du produit, et G_w , le taux de croissance garanti. Les écarts entre ces deux taux sont cumulatifs dans la mesure où ils augmentent avec le temps. Il est possible d'interpréter cela comme l'hypersensibilité aux conditions initiales.

ii) Il existe une *path dependence* dans la mesure où il n'y a pas de dichotomie entre le court et le long terme¹¹ ; les cycles sont donc ainsi "la manifestation nécessaire de la croissance" (Besomi, 2001, p. 79).

iii) ce modèle fournit une explication endogène des fluctuations: à partir d'une position initiale d'équilibre, une modification de la distribution des revenus se traduit par un déséquilibre, et par une ampliation de ce déséquilibre (Herscovici, op. cit., p. 246).

2.1.3 la controverse de Cambridge est également caractéristique de ce type de problème: Sraffa et les économistes néo-ricardiens résolvent le système relatif à la mesure du

¹¹ Il est possible de démontrer que, sous certaines conditions, la phase d'expansion (récession) de long terme est constituée par une succession de phases d'expansion (récession) de court terme. Les conditions d'expansion de long terme peuvent être décrites par les relations suivantes: $G_n > G > G_w$, conditions dans lesquelles on retrouve les conditions d'une phase d'expansion de court terme, $G > G_w$. En ce qui concerne une analyse détaillée de ces mécanismes, voir Herscovici Alain (2002 (a)).

capital à partir de la détermination exogène d'une des variables distributives ¹². Le *reswitching* des techniques montre qu'il n'est pas possible de calculer une certaine quantité de capital indépendamment de la valeur des variables de distribution, et que, contrairement à ce qu'affirme la théorie néoclassique, la distribution des revenus n'est pas déterminée par la technologie ni par la rareté relative des facteurs de production (Harris, 1980, p. 22). Finalement, s'il n'existe pas de relation linéaire entre le taux d'intérêt et la quantité de capital, le système ne converge pas "naturellement", vers la position qui correspond à la croissance équilibrée. C'est d'ailleurs pour cette raison que les modèles de cycle non néoclassiques, comme le modèle de Harrod, considèrent, par hypothèse, que le coefficient de capital est constant.

Cette divergence est fondamentale:

(a) dans les modèles néoricardiens, les variables distributives sont déterminées de manière exogène: elles peuvent être déterminées à partir des modalités institutionnelles propres à la fixation des salaires, ou à partir du taux d'intérêt qui fournit un paramètre relatif à la valeur du taux de profit. En ce qui concerne cette seconde solution, l'analyse post-keynésienne montre que la détermination du taux d'intérêt est essentiellement monétaire: dans ce cas, l'incertitude, dans la relation qu'elle entretient avec le taux d'intérêt et la monnaie, détermine donc la distribution des revenus.

(b) Cette approche néo-ricardienne permet donc de réfuter les hypothèses et les résultats des modèles néoclassiques relatifs à la convergence vers un état optimum, avec plein emploi des facteurs de production. Comme l'affirme Pasinetti (1997, p. 207), dans les modèles néoclassiques, les variations du taux d'intérêt sont liées à une conception intensive du capital au travers de la variation de l'intensité capitaliste des méthodes de production; d'ailleurs, toutes les théories liées à la convergence dépendent de ce postulat.

(c) *Il existe une relation de cause à effet entre la modification de la distribution des revenus et l'instabilité du système.*

2.2 Institutions et conventions

À partir du moment où le système produit des fluctuations endogènes, il est nécessaire d'étudier la nature de son mode de régulation. Un certain nombre de questions se pose donc: sur quelle conception de la nature du marché se fonde l'analyse? Quelles sont les modalités concrètes de régulation qui assurent la reproduction du système, et quelle est la fonction remplie par le système de prix?

Le marché n'est pas conçu comme une instance abstraite, autorégulatrice, socialement efficiente et totalement dépourvue de fondements sociologiques, institutionnels et historiques. Au contraire, il se définit en fonction de combinaisons spécifiques de variables économiques et extra-économiques, ces combinaisons étant compatibles et permettant de gérer des stabilités relatives et historiques (Rallet Alain, 1999). À partir d'une telle perspective, le marché produit une forte entropie, c'est à dire une instabilité forte, et crée, simultanément, les mécanismes qui permettent de contenir cette instabilité (Herscovici Alain, 2002 (b), Dow S., op. cit., p. 127); nous sommes bien en présence de structures dissipatives, telles qu'elles ont été définies antérieurement.

¹² Il est intéressant d'observer que cette méthode est également utilisée par certains économistes marxistes, pour résoudre le problème de la transformation (Gerard Duménil, 1980).

Dans le cadre d'une telle approche, les conventions sont de règles de comportement qui partent du principe selon lequel "(...) la situation existante des affaires continuera pour un temps indéfini (...)" (Keynes, op. cit., p. 126); elles constituent des mécanismes qui permettent de diminuer l'incertitude, dans lesquels les comportements de routine sont privilégiés, et qui assurent la coordination des activités des différents agents.

Cette analyse met en évidence l'alternance entre des périodes relativement stables et d'autres particulièrement instables (Herscovici Alain, 2002 (b)); les premières se caractérisent par la primauté de certaines conventions et donc, par une stabilité relative. Keynes définit celles-ci comme des périodes normales (Keynes, op. cit., p. 128). Puis, de nouvelles conventions apparaissent, détruisant progressivement les anciennes; durant cette phase, le futur est particulièrement incertain et l'univers n'est pas ergotique. Il y a, me semble-t-il, une analogie avec le mouvement de destruction créatrice décrit par Schumpeter.

Il est important d'observer que la *régulation du système est totalement dépourvue de processus de maximisation micro ou macroéconomique*. Le système des prix de marché n'assume pas une telle fonction et ne ramène pas le système vers la position d'équilibre initiale (Kirman Alan, 1998, pp. 133 e 134). Les prix ne sont pas déterminés par le jeu de l'offre et de la demande, comme l'affirme la théorie néoclassique :

- i) la théorie post-keynésienne, par exemple, reconnaît qu'il n'existe pas de marché du travail au sens néoclassique du terme. Dans la mesure où les négociations salariales se font en termes nominaux et non réels, les travailleurs ne vont pas égaliser, *ex-ante*, désutilité marginale du travail et utilité marginale du salaire réel (Barrère Alain, 1990, p. 214). La courbe d'offre de travail ne dépend pas du salaire réel;
- ii) L'École Française de la Régulation montre que, dans le cas du mode de régulation fordiste, le salaire est déterminé à partir de certains mécanismes institutionnels, et non pas par le jeu de l'offre et de la demande. D'une manière générale, "(...) les prix sont des conventions sociales renforcées par les habitus et ancrées dans des institutions sociales spécifiques." (Hodgson, 1998, p. 169).

Alors que le *mainstream* conçoit la flexibilité des prix comme un élément stabilisateur, cette approche institutionnaliste hétérodoxe montre, qu'au contraire, la flexibilité des prix produit une instabilité forte; à cet égard, l'analyse post-keynésienne met en évidence le rôle stabilisateur des contrats établis en monnaie (Cardim de Carvalho, 1992, p. 180).

Finalement, à partir de l'approche ici développée, l'objet d'étude de la Science Économique consiste à étudier des périodes de stabilité relative, périodes qui se caractérisent par la pérennité de certaines institutions et par la cohérence globale entre ces institutions et les modalités d'accumulation. Cette analyse est, par nature, historique; il ne s'agit pas de construire des lois universelles mais d'étudier (a) les arrangements institutionnels qui permettent de produire certaines régularités historiques (b) les contradictions qui apparaissent, rendant précaires les arrangements actuels et permettant de produire de nouvelles institutions et de nouvelles modalités de régulation globale (Boyer Robert, 1987, Petit Pascal, 1998).

2.3 Une comparaison entre de la structure du modèle néoclassique et celle du modèle de la Théorie Générale

2.3.1. Un des éléments de la rupture théorique entre Keynes et les néoclassiques s'explique par le fait que Keynes a tenté de "déconnecter le taux d'intérêt de la productivité du capital" et "du prix de l'attente" (Pascal Bridel, 1987, p. 168).

Dans le cadre de la tradition néoclassique, le taux d'intérêt est déterminé dans la sphère réelle, à partir de la productivité marginale du capital (W.S Jevons, 1970, p. 237). Ce taux correspond à la rétribution qui provient du fait de renoncer à la consommation présente (Keynes, op. cit., p.), c'est à dire au prix de l'attente. Cette conception a été largement utilisée dans les modèles néoclassiques de croissance, l'épargne étant considérée comme un choix intertemporel de consommation. Finalement, le taux d'intérêt correspond au coût de rétention de la monnaie, c'est à dire au coût d'opportunité qui provient du fait de garder une certaine quantité de monnaie oisive; la demande de monnaie est déterminée à partir du taux d'intérêt, celui-ci représentant ce coût d'opportunité

Dans la Théorie Générale, les modalités de détermination du taux d'intérêt sont totalement différentes: pour une offre de monnaie déterminée, la préférence pour la liquidité, définie en fonction de l'évaluation que les agents font de l'incertitude, détermine la demande de monnaie. *Dans un second temps*, ce sont les variations du taux d'intérêt qui permettent d'égaliser offre et demande de monnaie (Keynes, op. cit., p. 137). En ultime analyse, c'est la préférence pour la liquidité, c'est à dire la demande de monnaie dans sa relation avec l'incertitude, qui détermine le taux d'intérêt. *Alors que la théorie néoclassique conçoit le taux d'intérêt comme une variable réelle qui détermine la demande de monnaie, la Théorie Générale la conçoit comme une variable monétaire déterminée par la demande de monnaie.*

2.3.2 Les structures des modèles sont totalement différentes. *Toutes les tentatives d'intégration de la Théorie Générale dans la matrice néoclassique se traduisent par un système d'équations simultanées dans lequel le taux d'intérêt est déterminé de manière endogène.* Selon Hicks, alors que "La demande de monnaie dépend du taux d'intérêt" (1997, p. 149), la Théorie Générale peut être représentée par un système de trois équations simultanées où les inconnues sont: le produit, le taux d'intérêt et l'investissement.

Milton Friedman parvient à des résultats analogues, lorsqu'il réalise cette intégration à partir de la théorie quantitative de la monnaie: il formule ainsi un système de trois équations dans lequel les inconnues sont le produit, les variations de la masse monétaire et le taux d'intérêt (Friedman M, 1974, pp. 38 e 39). Alors que la position de long terme se caractérise par le système d'équations walrasiennes, cette approche permet d'explicitier les processus d'ajustement dynamique de court terme à partir desquels le système atteint cette position d'équilibre de long terme (Idem, p. 45).

Enfin, les modèles nouveaux-keynésiens se différencient des modèles néoclassiques évoqués par la manière de résoudre le système, à court terme; les nouveaux keynésiens supposent que le niveau général des prix est constant, à court terme; ils expliquent ainsi les fluctuations de court terme à partir de la rigidité des prix, rigidité justifiée à partir de

l'existence de *menu costs* (Mankiw, 1985).

La lecture post-keynésienne de la Théorie Générale est profondément différente : *elle permet d'affirmer que le taux d'intérêt est déterminé de manière exogène* (Pasinetti, op. cit., p. 206) et qu'il dépend directement de la demande de monnaie et de l'évaluation que les agents font de l'incertitude. Le système de la Théorie Générale se résout donc à partir d'une variable exogène: l'évaluation que les agents font de l'incertitude, évaluation qui détermine la demande de monnaie. Cette évaluation ne peut qu'être subjective et dépend des conventions et des institutions (Herscovici Alain, 2003).

Les modalités de résolution du système keynésien sont élaborées en fonction d'une variable exogène qui rend compte des spécificités de la monnaie et des ses relations avec l'incertitude: le taux d'intérêt. La différence entre les modalités de résolution du modèle néoclassique et du modèle keynésien traduit le choix de deux types de logiques: la logique formelle, adoptée par les théoriciens du *mainstream*, et la logique "commune" présente dans le modèle keynésien, laquelle traduit la dimension historique de l'analyse (Chick V., Dow S., op. cit., pp. 712).

CONCLUSION

En guise de conclusion, il est possible d'affirmer que les implications liées à l'entropie, à l'irréversibilité des processus et à l'historicité de l'évolution des trajectoires, sont importantes: par rapport à la conception traditionnelle, prédominante jusqu'à la fin des années soixante, elles rendent nécessaire une redéfinition de l'objet et du champ d'étude de la Science Économique ainsi que de la nature de l'explication scientifique. Contrairement à l'instrumentalisme issu de la méthodologie poppérienne, son caractère historique permet de fournir une explication *ex-post*, et non pas de formuler des prévisions falsifiables, comme le préconisait Popper.

Les processus irréversibles, l'existence de structures dissipatives et de modalités de régulation loin de la position d'équilibre, caractérisent les systèmes instables, et ne peuvent être observés qu'au niveau macroscopique (Prigogine, p. 52); en cela, *ils constituent des éléments qui permettent de construire une macroéconomie autonome, non réductible à ses fondements microéconomiques* (Vercelli A, 1985). Dans ce sens, il est possible de définir, aujourd'hui, une rupture théorique et épistémologique entre les programmes de recherche des différentes écoles de pensée.

Enfin, il est important de signaler que ce travail ne prétend pas avoir réalisé une analyse exhaustive relative à ce thème. Par exemple, l'école évolutionniste/neoschumpétérienne n'a pas été étudiée, alors qu'elle travaille directement à partir de ce paradigme non déterministe; de la même manière, les travaux pionniers de Goodwin n'ont pas été directement utilisés. Beaucoup plus modestement, j'espère, à partir de cette étude préliminaire, avoir fourni quelques éléments qui mettent en évidence les potentialités de ce programme de recherche et de ses applications dans la Science Économique.

BIBLIOGRAPHIE

Arrow, Kenneth J., De la rationalité de soi et des autres dans un système économique, in *Théorie de l'Information et des organisations*, Edité et présenté par Thierry Granger, Dunod, Paris, 2000.

Arnoux Pierre et Chemla Karine, Systèmes dynamiques et théorie ergodique in *Chaos et déterminisme*, Sous la direction de A Dahan Dalmedico, J. L. Chabert, K. Chemla, Edition Du Seuil, Paris, 1992.

Barrère, Alain, *Macroéconomie keynésienne. Le projet économique de John Maynard Keynes*, Dunod, Paris 1990.

Bartoli Henri, *L'Economie multidimensionnelle*, Economica, Paris, 1991.

Baumol W., *Théorie économique et recherche opérationnelle*”, Dunod, Paris 1975.

Besomi Daniele, Harrod's dynamics and the theory of growth: the story of a mistaken attribution, *Cambridge Journal of Economics* 2001, 25, 79-96.

Blaug, Mark, *Metodologia da Economia*, Editora da Universidade de São Paulo, 1993.

Boyer, Robert, *La Théorie de la régulation: une analyse critique*, La Découverte, Paris, 1987.

Bridel, Pascal, *Cambridge Monetary thought. The development of saving-investment analysis from Marshall to Keynes*, St Martin's Press, New York, 1987.

Cardim de Carvalho, Fernando J, Moeda, produção e acumulação: uma perspectiva pós-keynesiana, *Moeda e produção: Teorias comparadas*, Editora UnB, Brasília, 1992.

Chick V. Dow S., Formalism, logic and reality: a Keynesian analysis, *Cambridge Journal of Economics*, 2001, 25, 705-721.

Dahan Dalmedico, Amy, Le déterminisme de Pierre-Simon Laplace et le déterminisme aujourd'hui, in *Chaos et déterminisme*, Sous la direction de A Dahan Dalmedico, J. L. Chabert, K. Chemla, Edition Du Seuil, Paris, 1992.

Davidson.Paul, Reality and economic theory, *Journal of Post Keynesian Economics/Summer 1996*, Vol.18, n.4.

Duménil, Gérard, *De la valeur aux prix de production*, Economica, Paris, 1980

Duménil G., Lévy D., "The dynamics of competition: a restoration of the classical analysis", *Cambridge Journal of Economics*, 1987, 11, 133-164.

Dow, Sheila, *Macroeconomic Thought. A Methodological Approach*, Basil Blackwell, Cambridge, 1985.

Fermi, Enrico *Thermodynamics*, New York, Dover, 1996.

Friedman, Milton, "Comments on the Critics", in R.J. Gordon (ed.), *Milton Friedman's Monetary Framework: A Debate with His Critics*, University of Chicago Press, Chicago. 1974.

Georgescu-Roegen, Nicholas *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1971.

S.J. Grossman and J.E. Stiglitz, Information and Competitive Price system, *American Economic Review*, May 76, Vol.66 n.2.

Harris, Donald, "Um *post mortem* à parábola neoclássica", *Progresso técnico e teoria econômica*, Hucitec-Unicamp, São Paulo, 1980.

Herscovici, Alain, Economia da Informação, Redes Eletrônicas e Regulação, in *Revista de Economia Política (Brazilian Journal of Political Economy)*, Volume 24, n.1, janeiro-março/2004, São Paulo.

-----, Irreversibilidade, incerteza e Teoria Econômica. Reflexões a respeito do indeterminismo metodológico e de suas aplicações na Ciência Econômica, *paper apresentado no VIII Encontro Nacional de Economia Política, Florianópolis, junho de 2003*.

-----, (a) *Dinâmica macroeconômica: uma interpretação a partir de Marx e de Keynes*, EDUC/EDUFES, São Paulo, 2002.

-----, (b) Preço, entropia y mercado, *Revista Venezolana de Analisis y Coyuntura*, Caracas, v. VIII, p. 45-69, 2002.

Hicks, John R., O Sr. Keynes e os clássicos: uma sugestão de interpretação, in *Os Clássicos da Economia*, vol. 2, Ricardo Carneiro org, Atica, São Paulo, 1997.,

Hodgson, Geoffrey M., The Approach of Institucional Economics, *Journal of Economic Literature*, Volume 36, Issue 1, March 1998.

Israël Giorgio, L'Histoire du principe du déterminisme et ses rencontres avec les mathématiques, in *Chaos et déterminisme*, Sous la direction de A Dahan Dalmedico, J. L. Chabert, K. Chemla, Edition Du Seuil, Paris, 1992

Jevons, W.S., *The Theory of Political Economy*, 2 ed., Baltimore, Penguin, 1970.

Kaldor, N., A classificatory note on the determinateness of equilibrium, *Review of Economic Studies*, vol.2, 122-36, 1934.

Keynes, J.M., *A teoria geral do emprego, do juro e da moeda*, Atlas, São Paulo, 1990.

Kirman, Alan, "Information et prix", in *L'Economie de l'information*, sous la direction de Pascal Petit, La Découverte, Paris, 1998.

Kregel, J. A, "Markets and institutions as features of a capitalistic production system", *Journal of Post-keynesian Economics*/Fall 1980, Vol.III N° 1.

-----, Economic methodology in the face of uncertainty: the modelling methods of Keynes and the post-keynesians. *The Economic Journal*, 86, junho 1976, pp. 209-225.

Mankiw, N. Gregory , Small Menu Cost and Large Business Cycles: A Macroeconomic Model of Monopoly, *Quarterly Journal of Economics* 100, 1985.

Marx, Karl, *Le Capital, Critique de l'économie politique*, Livro III, Editions Sociales, Paris, 1976.

Pasinetti, Luigi L. , “ The marginal efficiency of investment, in *A “Second Edition” of the General Theory Vol. 1*, Edited by G.C. Harcourt and P. a Riach, Roulledge, 1997, pp. 185-197.

Passet, René, *L'économie et le vivant*, Petite Bibliothèque Payot, Paris, 1979.

Petit, Pascal, Formes structurelles et régimes de croissance de l'après-fordisme, *Cahiers du CEPREMAP n. 9818*, Paris, 1998.

Popper, Karl , *Misère de l'historicisme*, Presses Pocket, Paris, 1988.

Prigogine, Ilya, *La fin des certitudes*, Editions Odile Jacob, Paris, 1996.

Prigogine I. And Stengers I, *Order out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature*, London, Heinemann, 1984.

Rallet, Alain, “A teoria das convenções segundo os economistas” in *Nexos vol I-N.2*, dezembro de 1999, Salvador.

Ruelle, David, *Acaso e Caos*, Editora UNESP, São Paulo, 1993.

Say, Jean-Baptiste, *Traité d' Economie Politique*, Calman-Lévy, Paris, 1972.

Sinaï, Yakov G., L'aléatoire du non-aléatoire, in *Chaos et déterminisme*, Sous la direction de A Dahan Dalmedico, J. L. Chabert, K. Chemla, Edition Du Seuil, Paris, 1992.

Setterfield, M., *History versus equilibrium: Nicholas Kaldor on historical time and economic theory*, Cambridge Journal of Economics, 1998, 22, 531-537.

Smith, Adam, *Riqueza das Nações*, Livre I, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1980

Steedman, Ian , "Natural prices, different profit rates and the classical competitive process", in *The Manchester School*.

Vercelli, Alessandro, “ Keynes, Schumpeter, Marx and the structural instability of capitalism”, *L'hétérodoxie dans la pensée économique*, G. Deleplace, P. Maurisson org., Cahiers d'Economie Politique, Anthropos, Paris, 1985.

-----, *Methodological foundations of macroeconomics: Keynes after Lucas*, Cambridge University Press, 1991.