

**Jean-Louis Caccomo\***

## **L'ÉVOLUTIONNISME EN ÉCONOMIE: REFLEXION SUR LA THÉORIE DE L'ÉVOLUTION ET DE LA CROISSANCE.**

*Cet article propose une tentative d'évaluation d'une école de pensée qui a connu une période de grande effervescence ces dernières années. La publication de l'ouvrage de Nelson et Winter en 1982 marque le retour en force des idées schumpéteriennes dans la théorie économique alors même que l'hégémonie de la vulgate keynésienne s'achève. Depuis, les concepts et les modèles évolutionnistes ont foisonné dans tous sens et il nous semble que le moment est venu d'évaluer ce phénomène. Si le projet schumpétérien d'élaborer une théorie économique de l'évolution fondée sur la prise en compte de l'innovation est plus que jamais d'actualité, les auteurs évolutionnistes ont-ils aujourd'hui contribué à l'émergence d'une nouvelle école ou d'une nouvelle théorie économique ou ont-ils permis à la théorie économique existante de découvrir de nouveaux horizons par la mise à jour d'hypothèses originales ou trop longtemps oubliées ?*

### **EVOLUTIONARY ECONOMICS : ANATOMIC OF A SCHOOL**

*Evolutionary ideas in economics have enjoyed a remarkable revival in the 1980s, particularly following the seminal work of Nelson and Winter [1982]. This evolutionary approach to economic concepts is motivated by the desire to show the endogenous nature of the innovation process, according to the schumpeterian framework. Taking into account the schumpeterian propositions concerning the link between profit, R&D, innovation and selection, the different authors develop an evolutionary perspective in which the Nelson and Winter model constitutes a sort of central core. This paper aims to evaluate this evolutionary school.*

Classification JEL : B2, D9, L2, O3, O4

### **INTRODUCTION**

Depuis Adam Smith, les économistes qui se sont intéressés aux sources de la croissance économique, sont conduits à mettre en exergue le rôle de l'innovation à tel point que les théories de la croissance deviennent de véritables théories de l'innovation. Si l'on admet que l'innovation est un fait majeur du capitalisme industriel, alors l'édification d'une théorie générale de l'innovation est une des tâches prioritaires de l'économiste. Dans la lignée du courant autrichien (Menger, Von Mises, Von Hayek), Schumpeter<sup>i</sup> a proposé les bases d'une telle entreprise. Schumpeter voulait situer son œuvre par rapport à la théorie walrassienne, qu'il trouvait fort pertinente pour représenter la logique d'une économie statique, mais qu'il pensait inapte à rendre compte des phénomènes dynamiques liés à l'innovation. En revendiquant l'héritage schumpétérien, l'école évolutionniste contemporaine est-elle fidèle au message de son inspirateur ?

Nelson et Winter furent parmi les premiers à avoir proposé les bases d'une formalisation de la théorie de l'évolution de Schumpeter basée sur la simulation numérique<sup>ii</sup>. Les auteurs reprennent la distinction, chère à Schumpeter, entre les pionniers et les suiveurs pour proposer un modèle dans lequel des firmes innovatrices et des firmes imitatrices utilisent la technologie pour survivre aux périodes de "destruction créatrice" que génèrent inéluctablement la prise en compte de dépenses en R&D. Dans ce contexte, il est difficile de raisonner en terme d'agent représentatif car l'entrepreneur innovateur fait figure de personnage a-typique. Dans la perspective évolutionniste, l'hétérogénéité entre les firmes est un élément moteur du processus évolutif. Saviotti<sup>iii</sup> développa un modèle dont l'objectif est de montrer que la variété micro-économique est la condition fondamentale de la croissance et de l'évolution. Il affiche alors explicitement son ambition : " *to contribute to the development of a quantitative and analytical framework for a schumpeterian/evolutionary theory of economic development compatible with the aim of explicitly incorporating technological change into economic theories* " <sup>iv</sup>. Les modèles évolutionnistes, qui ont fleuri dans les années 80-90, ont-ils contribué à développer et à affiner la représentation initiale de Nelson et Winter dans un processus cumulatif de production de connaissances fondant une théorie économique de l'évolution ? Nous ne le pensons pas. Au contraire, trois grandes familles de pensée se distinguent aujourd'hui au sein de l'école évolutionniste : les " sélectionnistes " appliquent le concept de sélection dans des modèles sectoriels (Nelson et Winter, Metcalfe, Saviotti) ; les " structuralistes " privilégient l'étude des régularités macro-économiques qui encadrent et conditionnent la croissance macro-économique (Dosi, Freeman et Perez) ; enfin, les auteurs qui mettent en avant les phénomènes d'émergence et de " path-dependency " au centre d'un

---

\* L.E.R.E.M., Université de Perpignan, Working Paper, mars 1999. Je remercie, par avance, les membres du L.E.R.E.M pour leurs remarques et conseils. Je reste le seul responsable des propos et des erreurs contenus dans ce document.

processus d'auto-organisation (Arthur, Foray).

Par ailleurs, lorsque Romer<sup>v</sup> se propose d'endogénéiser l'innovation, en raisonnant dans un univers de concurrence imparfaite dans lequel l'innovation procure une rente de monopole aux innovateurs, l'innovation devient le résultat d'un arbitrage stratégique qui donne à l'innovation un caractère endogène. Romer rejoint ainsi une vieille idée formulée, dès 1937, par Schumpeter lui-même, dans sa préface à l'édition japonaise de *La Théorie de l'Evolution Economique* : "... there was a source of energy within the economic system which would of itself disrupt any equilibrium that might be attained. If this is so, then there must be a purely economic theory of economic change which does not merely rely on external factors propelling the economic system from one equilibrium to another"<sup>vi</sup>. Les théoriciens de la croissance endogène sont-ils pour autant des auteurs évolutionnistes ? N'ont-ils pas au contraire contribué à étendre le champ de la théorie néoclassique de la croissance ? Notre recherche s'est inscrite dans la lignée des travaux de Nelson et Winter. Chronologiquement, ces auteurs ont le mérite de s'intéresser aux travaux de Schumpeter à un moment où l'ensemble des économistes s'accordaient à considérer que la croissance équilibrée était le cheminement nécessaire des économies de marché. Nous présentons, dans une première partie, la dimension évolutionniste de l'analyse économique. Cette évaluation implique de poser les prémisses qui fondent la tradition évolutionniste dans l'analyse économique d'une part, et de dégager les hypothèses fondamentales constituant le "noyau dur". La portée et les limites d'une telle analyse nous aideront, dans une seconde partie, à faire le point sur "l'état de l'art" en ce domaine.

## FONDEMENTS EVOLUTIONNISTES DE L'ANALYSE ECONOMIQUE

Même si la métaphore de la "main invisible" fut l'objet de controverses nombreuses, son sens profond est redécouvert aujourd'hui, ce qui montre que Adam Smith avait déjà conscience que l'économie relevait de processus auto-ordonnants dont l'analyse scientifique devient aujourd'hui possible alors que les chercheurs découvrent l'importance des phénomènes d'auto-organisation dans l'ordre physique et biologique. Dans une perspective évolutionniste, le marché est considéré comme un processus complexe caractérisé par deux aspects cruciaux : l'évolution et l'auto-formation de l'ordre ou auto-organisation. L'évolution met à jour sa nature dynamique autorisant non seulement la croissance quantitative de la richesse mais l'accroissement de la complexité ; la notion d'auto-formation de l'ordre autorise alors une perspective renouvelée de la notion d'équilibre. L'étude des processus auto-organiseurs devient la tâche principale de toute analyse scientifique du marché. Cette tâche pose des questions difficiles : qu'est-ce qui permet d'expliquer l'état présent de l'économie ; l'état présent de l'économie contient-il les germes de son devenir ; les causes essentielles du changement économique sont-elles endogènes au système économique ; les transformations de l'économie renvoient-elles à l'existence de lois stables et ces lois - si elles existent - sont-elles soumises elles-mêmes à des transformations ?<sup>vii</sup> Ces questions conduisent à la prise en compte des cadres institutionnels étroitement liés au marché – l'Etat, le droit, la monnaie - et à l'incorporation de modèles de comportements – la rationalité, les traditions et conventions, les routines - pour produire une analyse dynamique de l'économie reposant sur des concepts évolutionnistes.

### Le temps de l'évolution

La tradition évolutionniste introduit la "flèche du temps" dans le jeu des mécanismes économiques. Le propre d'un objet en évolution est de donner corps au passage du temps à travers la manifestation de changements qui permettent à l'observateur d'envisager une périodisation du phénomène observé. La prise en compte du temps conduit à se poser la question de la prévisibilité des changements et du rôle du hasard. Dans une optique mécaniste où la prise en compte du temps ne modifie pas la nature réversible du phénomène étudié, le hasard ne fait pas partie de l'objet. Il est la manifestation de la connaissance incomplète du sujet qui, ne pouvant tout expliquer, va attribuer au hasard ce qui relève de l'inexpliqué. Dans cette optique, la connaissance est cumulative et la place du hasard tend à se réduire sous l'effet du progrès des théories. Il n'est cependant aucunement pas établi que les avancées scientifiques conduisent nécessairement à un recul du hasard si l'on considère que le hasard est partie intégrante de l'objet étudié. L'avancée des connaissances en biologie - ou en physique quantique - a justement consisté à reconnaître la dimension positive du hasard et son rôle dans l'évolution du monde vivant d'où la formule de Mandelbrot selon laquelle "le hasard sauvage mérite d'être considéré comme un objet d'étude en soi"<sup>viii</sup>. Cette dimension positive du hasard contribue à faire du processus évolutif un cheminement doué de temporalité mais privé d'état final. En l'absence d'état final, à l'aune duquel il est commode d'analyser les périodes présentes, les capacités prédictives de toute théorie évolutionniste se trouvent sensiblement affectées. Dans ce contexte, le marché est plus un *processus spontané de découvertes* qu'un espace où se rencontrent des agents pouvant délibérément poursuivre des buts connus, désirés et présélectionnés.

Veblen a souligné que l'absence de point d'arrivée n'est pas compatible avec une problématique de l'équilibre

car la donnée d'un état final – et d'une solution optimale - vers lequel tendrait nécessairement l'ordre économique permet aux agents de mettre en œuvre une procédure rationnelle de réalisation de leurs prévisions et de leurs actions. Dans un environnement soumis à des changements sans fin - au double sens d'absence de finalité et de point d'arrivée -, l'agent ne peut prévoir ce qui n'est pas encore inscrit dans l'ordre des choses. L'économie est soumise à un processus de renouvellement de ses formes et de ses structures qui ne conduit vers aucun état final ou optimal : *“ The economic life history of the individual is a cumulative process of adaptation of means to end that cumulatively change as the process goes on, both the agent and his environment being at any point the outcome of the last process ”*<sup>ix</sup>. Ce n'est plus le résultat du changement qui compte - puisqu'il n'y a pas d'état final - mais le processus du changement lui-même qui importe pour le théoricien. L'analyse évolutionniste se veut d'emblée dynamique. Ce faisant, elle procède d'un véritable renversement de l'optique néoclassique. Dans l'univers néoclassique, il est légitime d'envisager que l'économie ne puisse, en tout instant, être à l'équilibre. A court terme, des rigidités de toute nature suffisent à perturber le fonctionnement de l'économie, générant des déséquilibres conjoncturels. A terme, les forces fondamentales de l'équilibre l'emportent sur les déséquilibres sauf si les rigidités persistent elles-mêmes. Si le théoricien néoclassique est prêt à admettre que l'équilibre n'est pas toujours pertinent pour appréhender les phénomènes de courte période, il s'efforcera de démontrer qu'il retrouve toute sa force pour l'analyse dynamique de longue période. Schumpeter renverse radicalement cette perspective. Dans la courte période, les technologies, la démographie ou les goûts des consommateurs peuvent être considérés comme donnés. Du coup, les mécanismes d'allocation de ressources sous contrainte de rareté jouent pleinement et une problématique en terme d'équilibre prend toute sa pertinence à court terme. A l'inverse, “ tout bouge ” dans la longue période ; ce qui était rare aujourd'hui peut être abondant ou inutile demain sous l'effet du changement technologique ou de l'évolution des goûts des consommateurs. A long terme, il n'y a pas de contraintes données a priori et la problématique de l'équilibre n'est plus opératoire.

### Un dialogue riche avec les sciences naturelles

Le monde vivant a toujours fasciné les économistes. Ne parle-t-on pas de “ cycle de vie ” du produit, de la “ mort ” d'une industrie ou de la “ jungle ” du marché ? Marshall décrit le phénomène de la compétition économique comme un principe général de “ lutte pour la survie ” : *“ Those organisms tend to survive which are best fitted to utilize the environment for their own purposes. Now those that utilize the environment most may turn out to be those that benefit it most ”*<sup>x</sup>. Harrod utilise la métaphore de la sélection naturelle : *“ It may be that certain procedures, of which application of the full cost principle is one example, are thrown up purely by chance in the first instance and survive by a process akin to natural selection in biology. New business procedures would then be analogous to new mutations in nature ”*<sup>xi</sup>. La perspective évolutionniste s'est d'abord développée dans les sciences humaines – les humanités – avant de devenir une théorie du monde vivant. Dans son analyse de l'évolution des langues, Sir William Jones montre, en 1787, la parenté entre le latin, le grec et le sanskrit, établissant l'origine commune des langues “ indo-européennes ”. Le terme évolution est alors utilisé en 1836 par Wilhem von Humboldt : *“ si l'on conçoit la formation du langage, ainsi que c'est le plus naturel, comme relevant de l'ordre de la succession, il devient nécessaire de lui assigner, comme à tout ce qui a son origine dans la nature, un système d'évolution ”*<sup>xii</sup>. L'idée d'évolution s'impose alors comme grille d'analyse des processus qui ont conduit à la mise en place progressive et au développement spontané – non intentionnel - non seulement des langues, mais aussi du droit, de la morale, de la monnaie et du marché.

Alors que la théorie économique, à la suite de Walras, s'inscrit dans le projet de faire une “ physique sociale ” de l'économie, les économistes évolutionnistes considèrent que l'analyse économique ne peut se réduire en un diagnostic exhaustif d'une “ machine ” totalement prévisible par décomposition en ces éléments car ses éléments ne sont pas des composants parfaits - des rouages - mais des entités “ vivantes ” interagissant entre elles et réagissant aux incitations de l'environnement. L'analyse de l'évolution économique doit alors tenir compte d'une particularité liée au monde du vivant : *“ Ce qui caractérise le monde vivant, ce sont à la fois sa diversité apparente et son unité sous-jacente ”*<sup>xiii</sup>. La diversité et l'unité sont articulées dans un rapport complémentaire qui fonde l'univers du monde vivant. L'évolution d'un organisme est permise par la diversité des éléments constitutifs de l'ensemble *“ car, il ne peut y avoir de sélection, donc de changement, qu'entre ce qui n'est pas identique. C'est la variabilité individuelle qui nourrit l'évolution ”*<sup>xiv</sup>. La cohésion de l'ensemble permet de définir une unité par laquelle nous pouvons appréhender les effets des changements, la “ trace ” ou lisibilité de l'évolution. Les changements s'expriment grâce à la diversité inscrite dans les éléments mais n'ont de sens qu'en référence à l'unité qu'exprime l'ensemble. Les économistes vont explorer cette dualité diversité/unité qui fait écho à une autre dualité changement/stabilité qui opère dans la dynamique économique.

Par ailleurs, les systèmes mécaniques sont conçus en fonction d'un projet préalablement pensé - lorsqu'ils sont fabriqués par l'homme - ou bien, ils doivent leur existence à la nécessité de lois naturelles. En ce sens, ils sont conformes à un modèle et sont donc parfaitement prévisibles. Les systèmes économiques ne sont pas conformes à

un projet conscient mais sont le fruit d'une évolution incessante qui conditionne en retour les états possibles de l'économie. C'est la notion "d'ordre spontané" de Hayek<sup>xv</sup> : les systèmes économiques, tels qu'ils sont vécus quotidiennement, sont le fruit de l'interaction continue des actions et des choix des agents et cette confrontation des projets individuels se résout en un projet global qui n'est ni la somme des projets individuels, ni la transposition à l'ordre général d'un projet d'un agent en particulier. Le marché est un état de fait avant d'être une théorie et la compétition économique s'apparente plus à une dynamique d'auto-organisation sanctionnée par un processus de sélection qu'au processus de coordination mis en œuvre par l'hypothétique commissaire-priseur walrassien. Dans la nature, les mutations accidentelles ont une fonction essentielle en façonnant la diversité cumulative du monde vivant, laquelle permet à la vie de se diffuser et de se pérenniser sous diverses formes et espèces malgré la mortalité des individus. De la même manière, les économistes ont observé que la plus ou moins grande malléabilité des structures économiques permet à une firme, une industrie ou une nation de se reproduire sous des formes variées afin de participer à l'évolution économique. La diversité économique devient l'argument de la compétition qui se joue entre les agents, conférant son caractère dynamique au système.

Ces parallèles entre le monde vivant et le monde économique ont nourri un dialogue original entre l'économie et les sciences naturelles. Comme l'évolution biologique, l'évolution économique et sociale est un processus d'adaptation continue à des événements imprévisibles. Toute théorie évolutionniste doit donc montrer comment une structure complexe est capable de s'adapter à des circonstances aléatoires qu'elle ne saurait prévoir. Ce n'est donc pas sans contradiction qu'une théorie évolutionniste chercherait à mettre en exergue des "lois" de l'évolution entendues comme séquences inévitables du développement historique qui impliqueraient l'existence de stades par lesquels les produits de l'évolution doivent passer et dont la connaissance autoriserait la prédiction d'événements futurs. L'évolution économique et sociale n'est pas prédéterminée. Au-delà des convergences, l'évolution économique et l'évolution biologique diffèrent fondamentalement : la langue, la morale, le droit, la monnaie ou le marché ne sont pas transmises par un processus comparable au processus génétique que la biologie moléculaire a mis à jour. Le thème de l'évolution a progressivement conquis une légitimité théorique dans les sciences du vivant avec les travaux de Darwin qui se sont imposés comme le cadre à l'intérieur duquel pouvait se développer une théorie de l'évolution reposant sur des données factuelles donnant corps aux concepts évolutionnistes<sup>xvi</sup>. Darwin reconnaît avoir été inspiré par les écrits de Smith et de Malthus<sup>xvii</sup> ; il est vrai que les économistes classiques, en s'intéressant à la dynamique de long terme du capitalisme, ont mis en exergue le caractère essentiellement évolutionnaire des phénomènes économiques.

Toutefois, les principes de sélection naturelle et d'adaptation génétique n'ont guère d'équivalent dans le monde économique et social alors qu'ils sont devenus les fondements de l'évolutionnisme biologique. " *However, serious objections may be raised as to whether analogies to natural selection and genetic adaptation are indeed a reliable basis for developing the evolutionary approach in economics* " <sup>xviii</sup>. A la fin du siècle dernier, l'inspiration évolutionniste a débouché sur une sociobiologie aux fondements scientifiques douteux. L'évolutionnisme économique a d'abord donné lieu à la récupération du discours biologique pour cautionner un ordre établi et des considérations extra-scientifiques - morales, religieuses et politiques - qui ont disqualifiées par la suite toute réflexion économique se réclamant de l'évolutionnisme. Dans le même temps, les mathématiques fournissaient aux théoriciens de l'équilibre un socle instrumental solide sur lequel pouvait se construire une théorie *a priori* neutre de toutes connotations moralistes, les options politiques d'un Walras pouvant être indifférentes à ses propres travaux scientifiques ou aux options d'un Jevons : " *Instead, they were inspired by Jevon's idea of creating a 'mechanics of utility and self-interest' and of adapting economics to the standards of the Newtonian ideal of science* " <sup>xix</sup>. Veblen tranche la question en montrant pourquoi la science économique ne pouvait être une science " évolutionnaire " <sup>xx</sup>. 76 ans plus tard, Nelson et Winter rouvrent le débat<sup>xxi</sup>.

### L'apport décisif de Schumpeter

" *Schumpeter s'intéressa à une sorte bien particulière d'entrepreneur, non pas celui du circuit économique qui est un homme de routine, mais l'innovateur qui rompt le circuit, fait évoluer la production, les marchés, les procédés de fabrication et les méthodes d'organisation. Un personnage qui agit moins en vue de maximiser un taux de profit que par goût du pouvoir ou par joie de créer : c'est-à-dire par esprit de conquête. Avec lui le problème de l'allocation de ressources cède le pas à celui de la création de ressources* " <sup>xxii</sup>.

La pensée de Schumpeter a connu deux grandes périodes, certains auteurs distinguant le " jeune " et le " vieux " Schumpeter<sup>xxiii</sup>. Ses principales thèses concernant le processus innovatif sont exposées dans la publication allemande de la théorie de l'évolution économique en 1911, dans *Business Cycles* en 1939, puis dans *Capitalism, Socialism and Democracy*, édité en 1942. Au cours de cette période, l'analyse de Schumpeter a évolué d'une conception *entrepreneuriale* à une conception *manageriale* de la production des innovations. Dans un premier temps, l'innovation est considérée comme le résultat aléatoire et subjectif de la décision de l'entrepreneur permettant d'identifier celui-ci comme un personnage crucial dans une économie soumise à des pressions

concurrentielles. Dans un second temps, l'innovation est le résultat quasi programmé de l'activité routinière des laboratoires de recherche des groupes industriels permettant de mettre en évidence l'importance de l'organisation rationnelle de la R&D dans le contexte d'une concurrence oligopolistique au sein de laquelle le personnage singulier de l'entrepreneur s'efface au profit de l'organisation anonyme. Avec le "jeune" Schumpeter, l'invention est nettement séparée de l'innovation, la seconde seule relevant de décisions économiques. Avec le "vieux" Schumpeter, cette séparation est moins nette et les sciences et les techniques, qui président à l'apparition des inventions, sont elles-mêmes intégrées dans la grande firme. Alors que l'entrepreneur et l'inventeur sont deux personnages distincts, la grande firme rassemble au sein d'une même structure organisée ces deux dimensions du processus innovatif. Le laboratoire de R&D de la grande firme détruit, et les personnages, et la distinction entre les personnages de l'entrepreneur et de l'inventeur. Ce qui était considéré comme l'environnement externe de la firme dans l'optique traditionnelle se trouve alors intégrée dans la structure même de la firme. Rosenberg<sup>xxiv</sup> a rassemblé ces idées dans le schéma suivant :

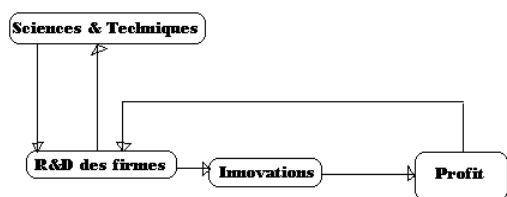


FIG.I Interactions Science - Technologie - Economie in Rosenberg (1994a).

Le processus d'endogénéisation des sciences et des techniques dans la sphère économique implique de considérer qu'un bien, par nature public, peut faire l'objet d'une appropriation par un agent privé. Même si Schumpeter admettait que les grandes firmes pouvaient influencer grandement la marche de la science et l'évolution des techniques, il admettait aussi que la connaissance conservait toujours un caractère public tel que tout progrès de la science profitait à l'ensemble de la communauté des scientifiques et de la société. La science conserve une dynamique propre qui explique que les résultats de la recherche ont des conséquences pour l'ensemble des firmes, même si la science permet de produire des technologies spécifiques. Il y a donc, chez Schumpeter, tous les éléments qui vont permettre à Arrow de poser les fondements d'une véritable économie de la connaissance et de l'information<sup>xxv</sup>, laquelle s'articule par rapport à ce projet plus vaste d'élaboration d'une théorie générale de la croissance : " *Since knowledge is connected with the idea of technical advance, it is an intrinsic part of any understanding of the growth process* "<sup>xxvi</sup>. Dans cette direction, l'analyse évolutionniste considère trois étapes :

- pour endogénéiser l'innovation, laquelle est perçue comme une source majeure de croissance, il faut s'interroger sur son contenu ;
- une fois défini ce contenu, celui doit être tel que son appropriation rapporte un profit à l'agent qui prend le risque d'y consacrer des ressources...
- ... tout en permettant, une fois ces ressources investies, l'émergence d'externalités qui alimentent le processus évolutif.

Premièrement, la connaissance est un input dans la fonction de production. Deuxièmement, la connaissance est un bien qui n'entraîne aucune rivalité d'usage. Il est donc difficile de limiter sa diffusion. Troisièmement, la connaissance est un output : il faut combiner de la connaissance avec des ressources pour produire de la connaissance. De même que le *learning-by-doing* ne peut s'exprimer qu'à travers l'expérience du processus productif, la production des connaissances et l'accroissement des compétences sont étroitement liés à l'activité économique. Ces caractéristiques donnent à l'évolution économique la nature d'une *trajectoire cumulative* : l'accroissement du stock de connaissances est à la source des innovations et les innovations engendrent la croissance, laquelle participe à l'extension du stock des connaissances. Le schéma suivant montre que ce processus cumulatif repose sur la double nature - input et output - de la connaissance :

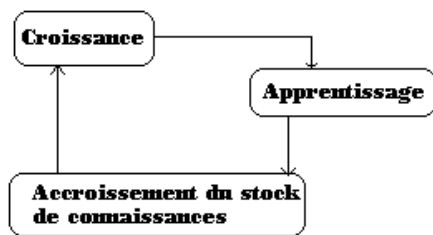


FIG II. La double nature de la connaissance, d'après Arrow.

A partir des caractéristiques précédentes, les évolutionnistes mettent en évidence la double dimension de l'innovation : l'innovation a une dimension *codifiable* et une dimension *tacite* <sup>xxvii</sup>. Dans le contexte des modèles de croissance endogène, Romer parle de la *forme duale* de la connaissance en la considérant comme un bien à la fois non-rival et partiellement exclusif. L'idée maîtresse est la même : si la connaissance est un bien totalement libre, aucun agent privé n'a intérêt à investir dans la recherche en vue d'accroître le stock des connaissances ; si la connaissance est un bien totalement appropriable, comment rendre compte des phénomènes de diffusion et d'externalités par lesquels l'innovation se trouve à l'origine de processus de changements industriels qui dépassent la seule dimension de l'agent ? La diversité des modèles reflète alors la diversité des déclinaisons possibles de ce même principe d'analyse. Plus fondamentalement, l'accumulation quantitative de connaissances ou d'actifs technologiques est à l'origine de changements qualitatifs qui alimentent, de l'intérieur, l'évolution économique. Rappelons nous que F. Perroux soulignait que la théorie de Schumpeter “ *est essentiellement une théorie du qualitatif puisqu'elle repose toute sur la notion de combinaison nouvelle dont l'absence définit le circuit (statique), dont la présence définit l'évolution (dynamique)* ” <sup>xxviii</sup>.

## DISCUSSION AUTOUR DES HYPOTHESES FONDATRICES

L'analyse évolutionniste considère un univers économique en perpétuel changement du fait des actions désordonnées des firmes. L'innovation n'est jamais constituée une fois pour toute en dehors des stratégies des agents, ce qui rend plus difficile d'une part, la distinction entre innovations et diffusion des innovations, et d'autre part, la prise en compte d'une rationalité parfaite des agents. Les agents doivent s'adapter à des *changements vrais* dans la mesure où ils n'ont aucune connaissance immanente du futur et que l'évolution des grandeurs économiques n'est pas cadrée par les seuls principes du marché. Contrairement à une problématique en termes d'arbitrages inter-temporels, tout le futur n'est jamais contenu dans le présent. Si les notions d'évolution ou de trajectoires renvoient, d'une certaine manière, à l'idée de processus de croissance auto-entretenu, le jeu de la “ destruction créatrice ”, qui illustre le processus évolutif, n'a pas grand chose à voir avec le taux de croissance optimal défini par tel ou tel modèle de croissance endogène.

### Trajectoires et ruptures technologiques

Les observations empiriques témoignent en faveur de la diversité des firmes en termes de taille, d'aversion pour le risque ou de performances. Cette diversité observée pourrait n'être que temporaire, reflétant les “ bruits ” caractérisant toute situation transitoire dans un monde tendant vers l'équilibre. Dans la théorie évolutionniste, cette diversité n'est ni accidentelle, ni transitoire : elle est la force motrice du changement structurel et le “ carburant ” qui alimente le processus évolutif. Cette diversité rend compte de l'existence de *trajectoires technologiques* qui enferment les firmes, les industries ou les économies dans des évolutions spécifiques et différenciées. Il y a un rapport profond entre apprentissage et diversité. Si ce que peut faire la firme dépend de ce qu'elle a déjà fait, chaque firme va connaître une évolution particulière fonction de son histoire propre laquelle définit une trajectoire de firmes. A un instant du temps, les firmes ont toutes les chances de se trouver dans des situations variées. Même si elles font face au même environnement scientifique et technique, même si elles baignent dans le même environnement informationnel, elles vont chacune privilégier une lecture spécifique de cet environnement, fonction de leur “ personnalité ” et de leur histoire. Elles vont expérimenter un apprentissage – nécessairement “ localisé ” - qui les conduit à se différencier au fur et à mesure de leurs essais et erreurs. L'exploitation d'un potentiel technologique est spécifique à chaque firme car la marque des événements passés conditionne pour chacune le champ des opportunités technologiques qui lui sont pertinentes ou accessibles. De nombreuses analyses empiriques ont mis en évidence l'action des trajectoires technologiques sur le devenir des industries <sup>xxix</sup>.

Le rapport entre apprentissage et diversité doit être complété par la prise en compte du processus de sélection. L'évolution a un sens qui implique une certaine cohérence, interdisant que la diversité ne dégénère en hétérogénéité. Sauf à considérer que l'évolution n'est qu'un changement chaotique, le jeu des trajectoires implique que tout n'est pas forcément possible, que toute innovation n'est pas forcément viable même si l'apprentissage y joue un rôle prépondérant. Dans l'optique évolutionniste, les trajectoires ont une double origine : elles émergent des choix des firmes qui actualisent ainsi les potentialités technologiques ; elles renvoient, à un niveau plus global, à une structure dans le changement dont la notion de *paradigme technologique* a pour vocation de rendre compte. Cette double origine rend plus ambiguë l'analyse des déterminismes en œuvre dans le processus de l'innovation, préalable obligé de toute théorie de l'innovation. Si pour les économistes néoclassiques, l'innovation incrémentale s'apparente à un déplacement sur la fonction de production et l'innovation majeure ou radicale à un déplacement de la fonction de production ; les évolutionnistes voient dans la première l'effet du déploiement de la trajectoire technologique et dans la seconde l'existence d'un nouveau paradigme technologique. La critique développée à l'encontre des économistes néoclassiques selon laquelle le changement est postulé plutôt qu'expliqué s'applique donc avec une même force à la théorie évolutionniste. D'où vient le paradigme technologique ? Les théoriciens évolutionnistes n'ont-ils pas simplement substitué des termes à l'analyse néoclassique sans fondamentalement remettre en cause le raisonnement ? Pour autant, il peut être légitime de considérer que les innovations radicales sont en grande partie exogènes alors qu'elles sont porteuses d'innovations incrémentales dont l'apparition est le fait de décisions micro-économiques.

L'analogie avec le concept kuhnien de " paradigme " est instructive. Kuhn a montré que le savoir progresse sous l'effet cumulé et articulé du développement d'une connaissance " normale " et de révolutions scientifiques majeures qui ouvrent des horizons nouveaux de recherche en déplaçant le champ des problèmes pertinents. Les économistes évolutionnistes considèrent que le changement industriel est rythmé par des révolutions technologiques qui déclenchent des vagues d'innovations " normales " à partir desquels sont redéfinies les marchés, les produits et les frontières des industries. Dosi définit alors le paradigme technologique " *as model and a pattern of solution of selected technological problems, based on selected principles derived from natural sciences and on selected material technologies* " <sup>xxx</sup>. Si, dans le capitalisme industriel, le développement technologique est principalement impulsé par les firmes, ces dernières évoluent dans un contexte spécifique caractérisé par l'existence d'un ensemble d'institutions. Comme chaque institution, chaque organisation et chaque firme génèrent ses propres langages, codes et connaissances, les mécanismes d'accumulation du savoir, qui président à l'élaboration des capacités d'innovation, sont multiples, spécifiques et orientés. Le marché ne peut à lui seul assurer la coordination de ces différentes sources d'opportunités technologiques et le paradigme renvoie à l'existence de mécanismes de coordination entre les institutions elles-mêmes et entre institutions et marché. Le paradigme technologique se définit alors comme la représentation d'une cohérence structurelle, valable durant une certaine période relativement longue, entre un ensemble d'institutions, le marché et les technologies. Organisant une cohérence structurelle, le paradigme technologique opère une sélection ex ante parmi les évolutions technologiques possibles.

L'action du paradigme reste cependant obscure. Si cette problématique permet de mettre en lumière les processus opérant dans l'évolution technologique au sens où il est entendu dans ce contexte théorique - c'est-à-dire comme un ensemble de changements normaux autour de trajectoires pré-définies -, elle ne nous permet pas de saisir l'origine des changements majeurs qui vont déclencher le renouvellement du paradigme lui-même et l'apparition de nouvelles trajectoires technologiques. L'accumulation dans le temps des innovations incrémentales, en améliorant l'efficacité des technologies existantes, assoit le paradigme sur ses bases originelles, renforçant son pouvoir d'exclusion. Ce processus vient confirmer les trajectoires technologiques du moment en rendant plus aléatoire le choix de solutions alternatives : les technologies ne sont pas choisies parce qu'elles sont efficaces, elles sont efficaces parce qu'elles sont choisies. Cependant, la nature cumulative de l'évolution technologique connaît des limites illustrées par l'existence de période de ruptures technologiques. Dans ce cas, le changement technologique est radical et la structure des articulations entre institutions, marché et systèmes technologiques se trouve mise en question. Dans ce contexte, l'émergence des innovations radicales est le facteur de turbulences économiques. Si le concept de paradigme technologique paraît séduisant pour mettre en lumière les rapports existants entre cohérence technologique et régulation économique, ce même concept n'est pas de nature à rendre compte des rapports tout aussi forts qui existent entre turbulences technologiques et instabilité économique.

L'analyse de cette double nature - incrémentale versus radicale - du changement technologique devient encore plus complexe si l'on considère les trois dimensions de la technologie (en tant que connaissance, compétences ou artefact). Un changement technologique peut être considéré comme majeur sur le plan des connaissances et n'avoir aucune traduction immédiatement visible dans le domaine des artefacts. L'impact économique d'une évolution radicale dans le domaine des connaissances peut s'avérer limité, surtout si l'on prend en compte les temporalités spécifiques qui fondent la dynamique évolutive de chacune des trois dimensions de la technologie. Cependant, ces temps spécifiques n'en sont pas moins articulés au sein d'une dynamique d'ensemble de sorte que l'évolution des

connaissances finit par avoir des effets sur la formation de nouvelles compétences et le développement de nouvelles technologies et industries. A l'inverse, des innovations technologiques radicales sur le plan des artefacts suscitent à terme le développement de compétences adaptées, ce qui stimule en retour la production de nouvelles connaissances qui vont théoriser les pratiques nouvelles. Cependant, il peut exister, pendant un certain temps, un décalage entre le développement de nouvelles technologies d'une part, et la formation ou la disponibilité de compétences appropriées d'autre part, alors que perdurent des compétences devenues obsolètes. L'absence de synchronisation parfaite entre les processus évolutifs de chaque dimension n'empêche pas que ces processus soient interdépendants mais rend improbable toute évolution régulière du système technologique.

C'est un élément déterminant dans l'existence des ruptures technologiques. En effet, la non-synchronisation des dynamiques évolutives dans les dimensions spécifiques ouvrent un espace irréductible d'incertitude susceptible d'affecter la dynamique de l'évolution de l'ensemble. Dans ce cas, l'idée même de trajectoire n'est pas adaptée à la représentation des changements en cours. Plusieurs états ou scénarios existent, représentant autant d'alternatives au paradigme technologique existant ; les probabilités de tendre vers tel ou tel état fluctuent elles-mêmes en fonction de séquences d'événements qui rendent l'évolution a priori indéterminée. Dans ce cas, la théorie des attracteurs se substituent à la théorie des trajectoires : “ *The evolution is described by a probability distribution for an ensemble of systems that gradually changes its shape from being sharply peaked and centered on the initial value to spreading and splitting into a multi-modal distribution with peaks that correspond to the different ‘attractors’ of the dynamics. These may be point, cyclic or chaotic attractors, but clearly, if there are different possibilities then the idea of a trajectory for any single system breaks down* ”<sup>xxxii</sup>. A l'opposé d'une analyse en terme d'équilibre – “ rien ne se perd, rien ne se crée ” - ou en terme de paradigme technologique, tout le futur du système n'est pas contenu dans son passé car l'évolution technologique n'est pas enfermée dans des trajectoires donnant corps à un paradigme technologique immuable et donné. Les firmes peuvent d'autant plus manipuler l'évolution technologique que celle-ci traverse des “ points de bifurcations ”.

#### Une théorie “ évolutionniste ” de l'agent

L'analyse évolutionniste est en quête de fondations micro-économiques qu'elle se propose d'élaborer dans une théorie spécifique de la firme. Une telle théorie est probablement en devenir dans l'analyse des processus cognitifs qui président au choix des firmes et donnent toute son importance aux notions de routines et d'apprentissage<sup>xxxiii</sup>. Ces notions furent explorées par Arrow et ont reçu un éclairage particulier avec les théoriciens de l'organisation industrielle<sup>xxxiii</sup>. Dans les années 80, les théoriciens de l'innovation ont remis au goût du jour ces approches afin de donner corps aux concepts évolutionnistes<sup>xxxiv</sup>. L'idée de base consiste à rejeter l'hypothèse de rationalité qui fonde l'approche standard : “ *This neoclassical development, however, has been criticized by modern innovation theory, which claims that the neoclassical assumptions on opportunities, information and uncertainty do neglect the very nature of the innovative process : opportunities are not abundant, information is far from perfect, uncertainty is strong, capabilities are heterogeneous and far from perfect* ”<sup>xxxv</sup>. La procédure qui permet à la firme de faire des choix est elle-même en devenir alors que les opportunités ne sont pas extérieures à l'agent, l'étendue des choix possibles s'offrant à un agent dépendant des choix réalisés dans le passé par ledit agent. Si l'apprentissage correspond à une amélioration progressive des connaissances et des compétences de la firme, il conditionne dans une large mesure la représentation que se fait la firme de l'univers économique. En ce sens, les opportunités dépendent de l'aptitude de la firme à “ décoder ” son environnement. A la relation déterministe traditionnelle

**environnement de la firme -> choix de la firme,**

il devient tentant de substituer la séquence évolutionniste suivante :

**choix passés -> apprentissage -> décodage des signaux de l'environnement -> choix présents**

Les choix et la rationalité auxquels elle s'applique sont alors moins séparables que dans une approche dichotomique qui considère une relation unilatérale, d'une part, entre la firme et son environnement ; d'autre part, entre la firme et la rationalité qui dicte son comportement. L'imbrication entre la procédure et la décision a deux conséquences : d'un côté, la firme est en constante évolution et la notion d'apprentissage donne corps au processus évolutif au niveau micro-économique ; de l'autre côté, l'environnement de la firme n'est jamais donné une fois pour toute parce que la firme est justement en évolution et que ces choix vont influencer l'univers de ses possibilités futures. Il en découle que les firmes ne baignent jamais dans le même environnement : dans un espace industriel donné commun à plusieurs firmes, chacune de ces firmes peut développer une lecture et une approche spécifiques de son environnement liées à sa propre histoire. Le comportement d'une firme ne peut plus être déduit mécaniquement des caractéristiques objectives de son environnement.



Le concept de rationalité procédurale rend compte du comportement des agents évoluant dans un univers ouvert, caractérisé par une incertitude irréductible<sup>xxxvi</sup>. La routine se substitue au calcul pour caractériser le comportement de la firme : “ *Accordingly, actors do not globally optimize their decisions but they follow certain routines which provide satisfying outcomes* ”<sup>xxxvii</sup>. La notion de routine illustre cette étroite imbrication entre les choix - les contenus - et les modes de décisions - la procédure - des firmes. “ *Hence, computationally finite actors must ‘creatively’ develop and improve upon quite robust and general problem-solving routines which apply to entire classes of problems and which are in principle underivable from optimizing criteria* ”<sup>xxxviii</sup>. Résultant de l’accumulation de choix passés, la routine canalise - enferme ? - les comportements de la firme tout en lui fournissant les critères de satisfaction à l’aune desquels elle décide ou non de réviser ses choix. Dans le modèle de Nelson et Winter<sup>xxxix</sup>, la routine rend compte du comportement différencié des imitateurs et des innovateurs. La routine se présente comme le résultat d’essais et erreurs accumulés dans le passé qui vont constituer une expérience qui “ a fait ses preuves ”, contribuant ainsi à la formation de compétences spécifiques – et difficilement transférables - aux firmes. Même si les innovateurs et imitateurs font face à des expériences relativement similaires, ils en retirent des compétences différentes qui orientent leurs choix futurs et leur lecture ou décodage de l’environnement. Nelson et Winter n’hésitent pas à solliciter la métaphore biologique en assimilant les routines au “ code génétique ” des firmes : “ *We propose to assimilate to our concept of routine all the patterning of organizational activity that the observance of heuristics produces, including the patterning of particular ways to attempting to innovate. To the extent that such patterning persist through time and has implications for profitability and growth, it is part of the genetic mechanism underlying the evolutionary process* ”<sup>xl</sup>.

La routine n’engendre pas un comportement parfait mais un tel comportement nécessiterait une si grande quantité et qualité d’informations que le processus de décision en serait grandement retardé. Un entrepreneur innoverait-il s’il avait la connaissance parfaite de toutes les conséquences de ses actes ? Il faut bien souvent une dose “ d’ignorance ” ou “ d’inconscience ” pour se lancer dans l’aventure de l’innovation. Dans un univers évolutif, plus le temps s’écoule et plus la firme candidate à l’innovation prend le risque de voir une autre firme innover à sa place. L’attente ou l’hésitation peuvent être un facteur de mortalité pour les firmes trop soucieuses de produire un choix “ idéal ”<sup>xli</sup>. La routine permet de rendre “ instinctif ” l’ensemble des décisions nécessaires au fonctionnement et au développement de la firme en réduisant *ex ante* le champ des décisions possibles. Cette contrainte peut constituer un frein à l’innovation en enfermant la firme dans des “ réflexes ” peu propices à l’appréhension de la nouveauté radicale. Dans un contexte de grande turbulence technologique, la routine constitue un élément de rigidité qui va nuire à la capacité de réaction et d’adaptation de la firme. Ces périodes sont des moments critiques dans la vie des firmes pendant lesquelles un processus de sélection est à l’œuvre qui va produire une nouvelle hiérarchie entre les firmes. Si une hiérarchie peut s’établir, c’est que, pour certaines firmes, la routine n’a pas produit de réponse adaptée au changement industriel alors que pour d’autres, l’expérience a joué comme un capital qui a permis de mettre en œuvre les innovations nécessaires. En ce sens, la routine n’est pas un comportement optimal mais c’est cette non-optimalité qui est à la source de l’expression de la diversité des réponses et des situations.

La théorie des jeux évolutionnistes constitue une voie intéressante dans l’approche des comportements des agents dans un contexte stratégique, laquelle a débouché sur une analyse dynamique originale : “ *The term ‘evolutionary dynamics’ often refers to systems that exhibit a time evolution in which the character of the dynamics may change due to internal mechanisms* ”<sup>xlii</sup>. A la base, ces modèles sont construits sur les trois principes qui fondent l’évolution biologique : transformation de l’information génétique par hérédité, variations par mutations aléatoires et sélection naturelle. Dans ce type de modèle, chaque agent élabore une stratégie définie par son patrimoine génétique ; des mutations peuvent survenir qui vont altérer les informations génétiques et être à l’origine de l’introduction de nouvelles stratégies. A l’origine, la théorie des jeux s’intéresse au modèle d’une population d’agents interagissant deux à deux dans une situation de type “ dilemme du prisonnier ”. Le dilemme du prisonnier est un modèle basique permettant de rendre compte d’une variété de situations dans la théorie des jeux<sup>xliii</sup>. Dans ce modèle, deux joueurs choisissent simultanément de coopérer (C) ou de ne pas coopérer (NC) sans connaître les choix du joueur opposé. S’ils coopèrent tous deux, ils se partagent le paiement total le plus élevé (R,R). Il existe une tentation pour ne pas coopérer dans le cas où  $T > R$  ; mais si les deux joueurs ne coopèrent pas, ils se partagent le paiement le plus faible (P,P). Dans le cas où  $T > R > P > S$  et  $2R > T + S$ , la rationalité privée des joueurs les conduit à ne pas coopérer. C’est la stratégie dominante. Cependant, le comportement coopératif est susceptible d’émerger dans un jeu répété sur plusieurs périodes.

	Joueur 2 (C)	Joueur 2 (NC)
Joueur 1 (C)	(R,R)	(S,T)
Joueur 1 (NC)	(T,S)	(P,P)

Tableau 1. Matrice des paiements du dilemme du prisonnier.

L'introduction de "bruits" - d'erreurs de comportements - permet d'obtenir des jeux de nature plus évolutionnistes. Le bruit provoque un effet perturbateur si bien que les actions effectives des agents diffèrent de leurs intentions réelles. L'effet perturbateur peut se traduire encore par le fait que l'information d'un agent sur le comportement de l'autre agent se trouve faussée au moment de sa transmission. Ce genre de complication conduit le modèle à se comporter selon une dynamique plus conforme aux enseignements évolutionnistes. Si la théorie des jeux évolutionnistes trouve un grand nombre d'application dans la biologie, elle diffère néanmoins sur quelques points essentiels de la théorie des jeux appliquée traditionnellement en économie. L'objectif n'est plus d'expliquer comment des agents vont prendre rationnellement des décisions dans une situation donnée, mais comment certaines caractéristiques comportementales des agents évoluent dans le temps tandis que d'autres perdurent à la suite de chocs exogènes. Dans les modèles biologiques les plus courants, les agents adoptent la même stratégie, ce qui définit un équilibre appelé " *evolutionary stable strategy* " <sup>xliiv</sup> (ou ESS). Une stratégie  $s^*$  est une ESS si  $s^*$  ne peut être invalidée par un individu déviant utilisant une stratégie  $s'$  alors que la population des autres individus a choisi  $s^*$ . L'équilibre ESS peut être interprété comme un équilibre de Nash <sup>xliv</sup> ou comme une convention qui permet de décrire de nombreux problèmes de nature économique et sociale : " *Despite its biological stance, evolutionary stability also provides a relevant robustness criterion for human behaviors in a wide range of situations, including many interactions in the realm of economics* " <sup>xlvi</sup>.

### Limites méthodologiques : la métaphore biologique en question

" *My impression is that there is a fundamental incompatibility between the view of the economy as an open ended evolving system in which the environment and the nature of the actors is subject to change, which I take to be close to the biological situation and the view of the economy as a closed system with a fixed set of equilibrium states. If we adopt the latter approach the only way in which the economy can acquire dynamic properties is to subject it to arbitrary and undefined aggregate shocks. Although this is what is commonly done in macroeconomics it is surely worth pursuing the more ambitious approach in which evolutionary analysis is more than just a loose analogy* " <sup>xlvii</sup>.

Parce que l'hétérogénéité des agents et l'incertitude irréductible de l'environnement sont des caractéristiques majeures de la représentation évolutionniste, il apparaît difficile de raisonner en termes d'agents représentatif dont le programme d'action se réduirait à la résolution d'un programme d'optimisation inter-temporelle. C'est pourquoi les théoriciens évolutionnistes ont recours à la simulation numérique. C'est pourquoi aussi le discours évolutionniste en économie regorge d'analogies et autres emprunts à la biologie. Mais, comme le souligne Varian, l'explication du comportement des êtres humains ou des firmes nécessite la prise en compte de " principes directeurs " basiques : en science économique, le principe d'optimisation et le principe d'équilibre forment les deux principes fondateurs de la théorie économique <sup>xlviii</sup>. S'il existe des exceptions au principe général d'optimisation, elles se situent généralement en dehors du champ de l'économie. Le concept d'équilibre est plus problématique, notamment si on le pose en termes dynamiques car les modèles économiques standards n'ont jamais véritablement endogénéisé les sources de la croissance et du changement. Une telle ambition est-elle cependant réaliste ? La question peut-elle être traitée en termes scientifiques ? L'évacuation pure et simple des deux principes d'analyse fondamentaux n'a pas permis aux nombreux théoriciens évolutionnistes, après plus de quinze années d'intenses travaux, d'élaborer une théorie économique de la croissance ou de l'innovation qui soit homogène, cumulative et admise par le plus grand nombre de chercheurs.

C'est alors qu'entrent en scène les nombreuses analogies biologiques, les économistes évolutionnistes se tournant volontiers vers les autres disciplines scientifiques dans lesquelles la notion d'évolution et la méthode de simulation informatique se sont pleinement épanouies. Mais, alors que la théorie biologique exclut aujourd'hui le principe de l'héritage de caractéristiques acquises, toute l'évolution économique et sociale repose sur un tel processus dans lequel les caractéristiques représentent des règles de comportement, non innées mais apprises, guidant les relations mutuelles entre les individus. L'apprentissage par l'expérience et la transmission des connaissances ainsi acquises jouent un rôle crucial dans la dynamique économique. Alors que les concepts de " gènes ", de " reproduction " et " d'espèces " sont abondamment utilisés par certains économistes, sans que le niveau du discours soit clairement défini ou stabilisé, cette transposition dans l'analyse économique apparaît peu légitime. Les " gènes " sont tour à tour identifiées aux stratégies des acteurs, aux firmes elles-mêmes, aux " routines " ou aux préférences des individus. Un accord semble se dégager parmi les chercheurs utilisant les " algorithmes génétiques " pour assimiler les " gènes " aux routines et la firme à un organisme. D'autres travaux vont considérer les firmes comme des " espèces ". S'inspirant de la modélisation des systèmes écologiques (système de Volterra) qui rend compte de l'évolution de deux populations proies/prédateurs, les économistes vont postuler une hétérogénéité intrinsèque des firmes (firmes innovatrices/firmes imitatrices, firmes japonaises/firmes américaines) pour capturer la dynamique économique. Dans les " jeux évolutionnistes ", les stratégies ont le rôle des " gènes " mais la notion d'espèce est moins pertinente. La transposition de la notion de " reproduction " est bien

plus problématique ; comme le fait remarquer Kirman : “ *Genetic information can only be transmitted through interaction of members of the same species. How is this to be interpreted in economic models ? Yet for the evolutionary approach to have any force, the notion of reproduction, that is the way in which the object identified with the gene reproduces itself or how the information it contains is passed on, has to be well defined* ”<sup>xlix</sup>. Parfois, ce sont les outils du biologiste qui font l’objet d’emprunts. A titre d’exemple, Saviotti et Mani<sup>1</sup> étudient l’hétérogénéité micro-économique à travers la notion “ d’espace des caractéristiques ”. Cette notion fut forgée par les biologistes qui s’intéressent à la diversité zoologique en mesurant les distances génétiques entre les différentes espèces vivantes. Par analogie, certains économistes ont proposé d’utiliser un indice de similarité technologique<sup>li</sup>.

Alors qu’ils se montrent souvent très critiques envers les économistes enclins à considérer l’espace économique comme un espace physique, les auteurs évolutionnistes se montrent moins rigoureux quand il s’agit de transposer des notions biologiques, comme le code génétique, à l’analyse économique. Identifiant les gènes aux “ routines ” des firmes, ils oublient que les gènes sont un objet réel d’analyse - un fait observé et manipulé - pour le biologiste, alors que les “ routines ” sont un outil de recherche - un concept - pour l’économiste. Il apparaît alors bien difficile de vouloir confronter aux faits les modèles de simulation évolutionnistes et bien problématique de discuter de la pertinence d’hypothèses dont la principale légitimité est assurée par leur aptitude à faire “ tourner ” des programmes informatiques. Si l’analyse en termes de routines se justifie par le souci de rendre compte de la position complexe de la firme en situation d’innovation ou d’imitation, les routines ne peuvent tenir lieu de rationalité et, rejetant le principe d’optimisation, l’économiste se prive d’une hypothèse - certes réductrice - mais qui a le mérite d’autoriser le développement de modèles analytiques. Les chercheurs sont condamnés à élaborer des modèles de simulation numériques qui permettent de spécifier des comportements de firmes et de simuler des “ histoires ” industrielles à partir de routines programmées. Les routines sont construites, composées d’éléments fixes et d’éléments flexibles. Les éléments fixes renvoient à la stratégie de la firme qui fonde sa “ personnalité ” tandis que les éléments flexibles représentent les règles d’apprentissage. Ces travaux fondent une “ *computational economics* ” qui voit ses champs d’application se développer avec les possibilités croissantes des langages de programmation.

L’économie évolutionniste prend corps autour des travaux concernant l’organisation intra-firme et l’approche cognitive des processus d’apprentissage des acteurs<sup>lii</sup>. On peut cependant se demander si la lumière de l’analyse a réellement éclairé la “ boîte noire ” car la métaphore biologique n’apporte plus de principe d’explication générale des décisions de firmes et permet, a posteriori, de rendre compte de beaucoup de situations contradictoires. Or, “ *une théorie qui ne limite pas d’une certaine façon les comportements observés n’est pas vraiment une théorie. Un modèle qui est compatible avec tous les comportements n’a pas réellement de contenu* ”<sup>liii</sup>. On peut se demander si Kirman n’a pas raison de préférer une théorie standard dont la dynamique reste certes trop restrictive à une théorie alternative dont l’ambition plus grande est de forger un modèle de l’évolution endogène mais qui se trouve devant l’impossibilité de dépasser le stade du discours analogique. Existe-t-il finalement une théorie générale évolutionniste ? Schumpeter en avait posé quelques jalons et Nelson et Winter se proposaient d’en établir la formalisation. Qu’en est-il réellement alors que chaque auteur construit un “ univers artificiel ”<sup>liv</sup> spécifique lui permettant de disposer d’un outil d’expérimentation de ses propres concepts ? Si une telle démarche permet certainement d’affiner les représentations théoriques et de préciser les concepts, elle contribue, dans le même temps, à rendre encore plus difficile toute possibilité de synthèse théorique.

## CONCLUSION

Si le souci des chercheurs est de rendre compte des comportements observés de firmes en situation d’innovation que l’analyse standard serait dans l’incapacité d’expliquer, les “ laboratoires virtuels ” que constituent les modèles de simulation numérique apparaissent certainement comme des outils utiles de connaissance pour l’économiste dans une première étape de la recherche. Mais, elle ne peut en être l’aboutissement ; la nature *ad hoc* des hypothèses requises pour faire “ tourner ” les modèles vient grandement limiter la portée de leurs résultats. Il en résulte une multiplication des modèles qui traduit aussi bien la richesse d’une problématique en construction que la difficulté à faire émerger une théorie unanimement reconnue reposant sur des présupposés acceptés par le plus grand nombre d’économistes. La diversité des modèles peut dégénérer en multiplicité des problématiques et le *foisonnement* des idées en *fractionnement* de la pensée. Ce fractionnement contribue à éclater une discipline dont les capacités de vérifications expérimentales sont peu à peu ébranlées. Un avis pessimiste consiste à dire que ce processus de modélisation à outrance, combiné au phénomène d’éclatement des cadres théoriques, rend compte de l’incapacité de la théorie évolutionniste à renouveler ses outils et sa méthode. Un point de vue plus optimiste consiste à défendre l’idée que ces recherches contribuent à mettre en évidence un certain nombre de concepts communs qui seront les éléments incontournables d’une théorie plus générale de l’innovation intégrée dans le corpus existant. Il ressort, en effet, des travaux évolutionnistes de nombreux points de convergence avec la théorie dynamique traditionnelle :

- la notion d'auto-organisation ou " d'ordre spontané " est une approche enrichie de la notion d'équilibre de marché ;
- l'évolution est inséparable de la croissance, appelant une vision dynamique de l'économie ;
- la connaissance est un objet d'analyse économique à part entière ;
- la technologie est un objet complexe : elle est assimilée à de la connaissance pure ou des brevets, elle peut être considérée comme élément du capital humain (qualifications spécifiques) ou du capital physique (équipements spécifiques). Dans tous les cas, de données exogènes passives dans l'analyse traditionnelle, elle devient un actif stratégique dans le comportement des acteurs ;
- les théoriciens ressentent le besoin d'amender le cadre de la concurrence parfaite en justifiant, par des critères économiques, les entorses à l'idéal type. L'analyse en termes de paradigme technologique ou de système national d'innovation montre que le marché ne peut à lui seul conduire le changement technologique et canaliser les turbulences qui l'accompagnent nécessairement<sup>lv</sup>. Par symétrie, la même analyse doit conduire à reconnaître que l'Etat, pour les mêmes raisons, ne peut à lui seul impulser la dynamique du changement économique.

Nous aurons repéré cependant quelques points de rupture essentiels avec la théorie économique standard qui constituent des limites majeures à la réalisation d'une " synthèse évolutionniste ". La théorie évolutionniste rejette toute référence à la notion de taux de croissance d'équilibre qui n'a pas sa place dans une vision autorisant la multiplicité des trajectoires possibles en fonction des événements aléatoires et des données initiales. Elle se refuse d'admettre l'existence d'une rationalité unique, présidant aux comportements des acteurs et la notion - encore très floue - de " routine " se substitue aux choix optimal, même s'il existe quelques tentatives récentes d'élaboration de modèles évolutionnistes au sein du cadre néoclassique<sup>lvi</sup>. D'autre part, les modèles évolutionnistes ont recours à la simulation numérique comme outil d'expérimentation de l'histoire technologique et industrielle qui " synthétise " un *ensemble de possibles*, l'histoire réelle n'étant que l'actualisation d'une virtualité et non l'affirmation nécessaire d'une optimalité.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aghion P., Howitt P.[1992], " Un Modèle de Croissance par Destruction Créatrice ", in Foray D., Freeman C., *Technologie et Richesse des Nations*, Economica, Paris.

Andersen E.S. [1994], *Evolutionary Economics, Post-Schumpeterian Contributions*, Pinter Publishers, London and New York

Andersen E.S., Jensen A.K., Madsen L., Jorgensen M. [1996], " The Nelson and Winter Models Revisited : Prototypes for Computer-Based Reconstruction of Schumpeterian Competition ", *DRUID Working Paper n° 96-5*, Aalborg University.

Argyris C., Shon D. [1978], *Organizational Learning : a Theory of Action Perpspective* , Addison Welsey Publishing Company.

Arrow K.J. [1962], " The Economic Implications of Learning-by-Doing ", *Review of Economic Studies*, XXIX (2), 155-173.

Arrow K.J. [1984], *The Economics of Information*, Basil Blackwell, London.

Arrow K.J. [1994], " The Production and Distribution of Knowledge ", in Silverberg G., Soete L. Eds, *The Economics Growth and Technical Change : Technologies, Nations, Agents*, Edward Elgar Publishing Ltd.

Axelrod R. [1984], *The Evolution of Cooperation*. Basic Books, New York.

Axelrod R. [1987], " The evolution of strategies in the iterated Prisoner's Dilemma ", in L.Davis (Ed.), *Genetic Algorithms and Simulated Annealing*. Morgan Kaufmann, Los Altos, CA.

Bienaymé A., [1998], *Principes de Concurrence*. Economica, Paris.

Cacomo J.L.[1994], " L'Impact du Progrès Technique sur la Mortalité des Firmes, Un Modèle Evolutionniste ", *IIIème Ecole de printemps d'Economie Internationale et d'Economie Industrielle*, LEQAM-GREQAM, le 26, 27 et 28 mai.

Cacomo J.L.[1995], “ Différenciation des Firmes et Changement Industriel, Modèle Evolutionniste et Simulations ”, *Revue d'Economie Industrielle*, N° 72, 47-66.

Cacomo J.L.[1996], “ Technological Evolution and Economic Instability, Theoretical Simulations ”, *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 6, n°2, 141-155.

Cacomo J.L. [1998], “ Review article : system of innovation approach ”, *Economic Innovation and New Technology*, vol. : 245-269, Harwood Academic Publishers.

Cantner U., Hanusch H., Pyka A. [1996], “ Routinized Innovations, Dynamic Capabilities in a Simulation Study ”, *VI Conférence de l'International Schumpeter Society*, Stockholm, 3-6 juin.

Cohendet P., Lléréna P., Marengo L. [1994], *Learning and Organizational Structure in Evolutionary Models of the Firms*, miméo.

Cyert R.M., March J.G. [1963], *A Behavioral Theory of the Firm*, Englewood Cliff, NJ, Prentice Hall.

Dosi G. [1982], “ Technological Paradigms and Technological Trajectories : A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change ”, *Research Policy* 11(3) ; 147-162.

Dosi G. [1988], “ Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation ”, *Journal of Economic Literature* 26 : 126-171.

Dosi G. [1991], “ Information, Competences and the Firm ”, *Working Paper*, Dep. Of Economics, University of Rome “ La Sapienza ”.

Dosi G., Edigi M. [1991], “ Substantive and Procedural Uncertainty : An Exploration of Economic Behaviours in Changing Environment ”, *Journal of Evolutionary Economics* 1 : 145-168.

Dosi G., Orsenigo L. [1994], “ Macrodynamics and Microfoundations : An Evolutionary Perspective ”, in *Economics of Technology*, Granstand O. (Editor).

Freeman C., Clark J., Soete L. [1982], *Unemployment and Technical Innovation : a Study of Long Waves and Economic Development*, Frances Pinter, London.

Harrod R. F. [1939] “ Price and Cost in Entrepreneurs policy ”, *Oxford Economic Papers* 2 : 1 - 11.

Hayek F.A. [1953], *Scientisme et Sciences Sociales : Essai sur le Mauvais Usage de la Raison*, Plon, Paris.

Hayek F.A. [1988], *La présomption fatale*, P.U.F., Paris.

Jacob F. [1981], *Le Jeu des Possibles. Essai sur la Diversité du Vivant*, Fayard, Paris.

Jensen R. [1988], “ Information capacity and innovation adoption ”, *International Journal of Industrial Organization*, n°6, North-Holland.

Justman M. [1996], “ Microfoundations of Schumpeterian Waves ”, *VI° Conférence de l'International Schumpeter Society*, Stockholm, juin.

Kirman A. [1998], “ Evolutionary Thinking in Neo-Classical Economic Theory ”, *Working-Paper n° 98C06*, GREQAM, Aix-Marseille.

Landes D.S. [1975], *L'Europe Technicienne ou le Prométhée Libéré, Révolution Technique et Libre Essor Industriel en Europe Occidentale de 1750 à nos Jours*, Gallimard, Paris.

Leydesdorff L., Besselaar Van Den P. (eds) [1994], *Evolutionary Economics and Chaos Theory, New Directions in Technology Studies*, Pinter Publishers, London.

- Lindgren K. [1996], “ Evolution of behaviour in the Prisoner’s Dilemma ”, *The Sixth Conference of the International J.A. Schumpeter Society*, KTH, Stockholm.
- Lléréna P., Jonard N.[1995], “ Recours à la Modélisation et à la Simulation en Economie Evolutionniste ”, Contribution associée à la session Approches Evolutionnistes et Modélisation, XLIV Congrès A.F.S.E, Paris.
- Mandelbrot B. [1996], “ Du hasard bénin au hasard sauvage ”, Pour la Science, *Edition française de Scientific American*, Dossier Hors-série, Avril.
- Marshall A. [1964], *Economics of Industry*, Macmillan, London, New York, Saint-Martin Press, book IV.
- Matthews R.C.O. [1984], “ Darwinism and Economic Change ”, *Oxford Economic Papers*, vol.36.
- Maynard Smith J. [1974], “ The theory of games and the evolution of animal conflicts ”, *Journal of Theoretical Biology* 47 :209-221.
- Maynard Smith J. [1982], *Evolution and the Theory of Games*. Cambridge University Press.
- Mowery D.C., Rosenberg N. [1989], *Technology and the pursuit of economic growth*, Cambridge University Press.
- Mumford L. [1946], *Technics and Civilization*, London, Routledge.
- Nelson R., Winter S. [1974], “ Neoclassical versus evolutionary theories of economic growth : critique and prospective ”, *Economic Journal* 84 : 886-905.
- Nelson R., Winter S. [1975], “ Growth theory from an evolutionary perspective : the differential productivity puzzle ”, *American Economic Review* 65 : 338-344.
- Nelson R., Winter S. [1982], *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Belknap Press, Cambridge.
- Pavitt K., Robson M., Townsend J., [1987], “ The size distribution of innovative firms in the UK : 1945-1983 ”, *Journal of Industrial Economics*, vol . 35 (3) : 297-319.
- Perroux F. [1965], *La pensée économique de Joseph Schumpeter*, Librairie Droz, Genève.
- Pielou C. [1977], *Mathematical Ecology*, New York : John Wiley.
- Pielou C. [1984], *The Interpretation of Ecological Data*, New York : John Wiley.
- Romer P.M. [1990], “ Endogenous Technological Change ”, *Journal of Political Economy*, vol. 98, n° 5 S71-S102.
- Rosenberg N. [1994a], “ Science - Technology - Economy Interactions ” in *Economics of Technology*, Granstrand O. (ed.).
- Rosenberg N. [1994b], “ Joseph Schumpeter : Radical Economist ”, in Shionoya Y., Perlman M., *Innovation in Technology, Industries and Institutions, Studies in Schumpeterian Perspectives*, Michigan Press.
- Saviotti PP.[1994], “ Variety, Economic and Technological Development ”, in Shionoya Y., Perlman M., *Innovation in Technology, Industries and Institutions, Studies in Schumpeterian Perspectives*, Michigan Press.
- Saviotti PP., Mani G.S.[1995], “ Competition, Variety and Technological Evolution : A Replicator Dynamics Models ”, *Journal of Evolutionary Economics* 5, 369-392.
- Schumpeter J.A. [1935], *Théorie de l’Evolution Economique, Recherches sur le Profit, le Crédit, l’intérêt et le Cycle de la Conjoncture*, Librairie Dalloz, Paris.

Schumpeter J.A. [1939], *Business Cycles, A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, McGraw-Hill Book Company, New York.

Schumpeter J.A. [1942], *Capitalisme, Socialisme et Démocratie*, Editions française de 1984, Payot, Paris.

Shionoya Y., Perlman M. [1994], *Innovation in Technology, Industries and Institutions, Studies in Schumpeterian Perspectives*, Michigan Press.

Silverberg G., Soete L. [1994], *The Economics of Growth and Technical Change, Technologies, Nations, Agents*, Edward Elgar.

Simon H.A. [1982], *Models of Bounded Rationality*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts and London.

Varian H., 1992, *Introduction à la microéconomie*, De Boeck Université, Bruxelles.

Veblen T. [1898], “ Why is economics not an evolutionary Science ? ”, *The Quarterly Journal of Economics*, july, 373-397.

Veblen T. [1919], *The place of science in modern civilisation and others essays*, New York : Huebsch.

Weibull J.W. [1995], *Evolutionary Game Theory*. The MIT Press, Cambridge and London.

Weitzmann M.L. [1992], “ On Diversity ”, *Quarterly Journal of Economics* 107 , 363-405.

Witt U. [1998], “ Economics and darwinism ”, *Papers on Economics & Evolution #9705*, Max-Planck-Institute for Research into Economic Systems, ISSN 1430-4716, Jena, Germany.

---

<sup>i</sup> Schumpeter [1935], [1939], [1942].

<sup>ii</sup> Nelson et Winter [1982].

<sup>iii</sup> Saviotti [1994] ; Saviotti, Mani [1995].

<sup>iv</sup> Saviotti [1994 : 27].

<sup>v</sup> Romer [1990].

<sup>vi</sup> Shionoya, Perlman [1994 :42].

<sup>vii</sup> On sait, par exemple, en physique que l'univers est en évolution mais qu'il existerait quatre grandes forces qui, elles, échappent à cette évolution et qui permettent d'en comprendre les principes.

<sup>viii</sup> Mandelbrot [1996 :16].

<sup>ix</sup> Veblen [1919 :74-75].

<sup>x</sup> Marshall [1964 :140]

<sup>xi</sup> Harrod [1939 :7].

<sup>xii</sup> Humboldt [1836], cité in Hayek [1988 :201].

<sup>xiii</sup> Jacob [1981 :69].

<sup>xiv</sup> Jacob, *op. cit.* [1981 :22].

<sup>xv</sup> Hayek [1953].

<sup>xvi</sup> Naturaliste et biologiste, Charles Darwin (1809-1882) a recueilli au cours d'une croisière sur le *Beagle* (1831-1836) d'innombrables observations sur la variabilité des espèces. Il fut conduit à la doctrine évolutionniste, appelée depuis *darwinisme*, qu'il fit connaître dans son ouvrage majeur : *De l'origine des espèces par voie de sélection naturelle* (1859).

<sup>xvii</sup> Matthews [1984]. Le journal personnel de Darwin établit que ce dernier lisait Adam Smith lorsqu'il formula sa propre théorie de l'évolution.

<sup>xviii</sup> Witt [1998 :6].

<sup>xix</sup> Witt [1998 :4].

<sup>xx</sup> Veblen [1898].

<sup>xxi</sup> Nelson, Winter [1974].

<sup>xxii</sup> Bienaymé [1998 :95].

<sup>xxiii</sup> Rosenberg [1994a] ; Freeman, Clark, Soete [1982].

<sup>xxiv</sup> Rosenberg [1994b].

<sup>xxv</sup> Arrow [1962], [1984], [1994].

- 
- xxvi Arrow [1994 :9].
- xxvii Dosi [1988], [1991] .
- xxviii Perroux [1965 :64].
- xxix Dosi [1982] ; Mowery, Rosenber [1989] ; Pavit et al [1987].
- xxx Dosi [1982].
- xxxi Leydesdorff, Besselaar [1994 :5].
- xxxii Cohendet, Llerena, Marengo [1994].
- xxxiii Cyert, March [1963].
- xxxiv Dosi [1988].
- xxxv Cantner, Hanusch, Pyka [1996].
- xxxvi Dosi, Egidi [1991].
- xxxvii Cantner, Hanusch, Pyka [1996], *op.cit.*
- xxxviii Dosi, Orsenigo [1994 :104].
- xxxix Nelson, Winter [1974] ; [1975] ; [1982].
- xl Nelson, Winter [1982 :133].
- xli Arrow [1984] ; Jensen [1988].
- xlii Lindgren [1996 :1].
- xliii Axelrod [1984, 1987]. Pour une application aux contextes spécifiquement évolutionnistes, voir [Weibull, 1995].
- xliv Ce concept fut introduit par John Maynard Smith [1974, 1982].
- xlv Un équilibre est dit équilibre de Nash si le choix de l'agent A est optimal compte tenu du choix de B et si le choix de B est optimal compte tenu du choix de A.
- xlvi Weibull [1995 :34].
- xlvii Kirman [1998].
- xlviii Varian [1992 :7].
- xlix Kirman, *op. cit.*
- <sup>1</sup> Saviotti, Mani [1995], *op.cit.*
- li Pielou [1977], [1984] ; Weitzmann [1992].
- lii Cohendet, Lleréna, Marengo [1994].
- liii Varian [1992 :156].
- liv Lleréna, Jonard [1995], Caccomo [1995].
- lv Dosi [1982].
- lvi Justman [1996].