



GREThA

Groupe de Recherche en
Économie Théorique et Appliquée

Approche évolutionniste de la dynamique économique

Murat YILDIZOGLU

Université Paul Cézanne (Aix-Marseille 3)

GREQAM (UMR CNRS 6579)

Centre de la Vieille Charité

2, rue de la Charité

13236 Marseille cedex 02

Cahiers du GREThA

n° 2009-16

GREThA UMR CNRS 5113

Université Montesquieu Bordeaux IV

Avenue Léon Duguit - 33608 PESSAC - FRANCE

Tel : +33 (0)5.56.84.25.75 - Fax : +33 (0)5.56.84.86.47 - www.gretha.fr

Approche évolutionniste de la dynamique économique

Résumé

Ce chapitre donne un aperçu des méthodes et apports de l'approche évolutionniste de la dynamique économique. Après avoir expliqué pourquoi la dynamique économique peut être appréhendée comme une dynamique d'évolution, la présentation discute les sources de création de diversité et les mécanismes de sélection qui sont en œuvre dans les systèmes économiques, allant de la dynamique des organisations, à la dynamique macroéconomique. Une partie importante de la discussion est consacrée à l'analyse de la dynamique industrielle qui est le domaine de développement initial de cette approche.

Mots-clés : Apprentissage ; modélisation évolutionniste ; dynamique industrielle ; innovation technologique ; croissance économique

Evolutionary approaches of economic dynamics

Abstract

This chapter presents the methods and contributions of evolutionary approach to economic dynamics. First, we expose why economic dynamics can indeed be considered as evolutionary. Second, we discuss sources of diversity and selection mechanisms that drive these dynamics, in the context of industrial dynamics. Third, we expose the main methods of this approach. Last, we give a partial survey of this approach's contributions in economic systems covering a full spectrum, from organizational to macroeconomic dynamics.

Keywords: Learning; evolutionary modeling; industrial dynamics; technological innovation; economic growth

JEL : O30, O40, L2, D01, D02

<p>Reference to this paper: Murat Yildizoglu, "Approche évolutionniste de la dynamique économique", Working Papers of GREThA, n° 2009-16 http://ideas.repec.org/p/grt/wpegrt/2009-16.html.</p>
--

Ce document constitue le chapitre 1 de l'ouvrage *Industries, Innovations, Institutions. Eléments de dynamique industrielle*, coordonné par Marie-Claude Bélis-Bergouignan, Bernard Jullien, Yannick Lung et Murat Yildizoglu à paraître aux Presses Universitaires de Bordeaux, 2010

-(...) Ici, vois-tu, on est obligé de courir tant qu'on peut pour rester au même endroit. Si on veut aller ailleurs, il faut courir au moins deux fois plus vite que ça !

La Reine Rouge dans
De l'autre côté du miroir par Lewis Carrol

Introduction : Économie comme système complexe adaptatif

Qu'ont en commun le système immunitaire d'un individu et une industrie formée par des firmes innovatrices ? Le système immunitaire est composé d'éléments hétérogènes (les anti-corps) qui évoluent pendant toute la vie de l'individu, s'adaptant à l'introduction de nouveaux corps étrangers, en inventant des solutions de défense nouvelles face à de nouvelles agressions et cette évolution dépend assez crucialement de la séquence exacte d'agressions déjà rencontrées (on appelle cela la *dépendance au sentier*). Les firmes composant une industrie cherchent à résoudre les problèmes qu'elles rencontrent, innovent pour développer de nouvelles solutions, s'adaptent à l'évolution de la demande sociale et à l'évolution de la base de connaissances de la Société. Les solutions qu'une firme peut inventer à un moment donné de sa vie dépendent de celles qu'elle a inventées par le passé, la connaissance qu'elle peut avoir de son environnement dépend de l'apprentissage qui résulte de cette expérience.

Par conséquent le système immunitaire et l'industrie prise dans sa globalité partagent plusieurs propriétés communes. Or cela n'est pas dû au fait que l'un puisse être réduit à l'autre : le système immunitaire n'est pas une industrie et, *a fortiori*, une industrie n'est pas un système immunitaire. Cette similitude provient du fait que ces deux systèmes comprennent des mécanismes similaires, mécanismes qui constituent ce que John Holland (voir Holland, 1995) appelle un *système complexe adaptatif (SCA)*. Nous sommes donc tout simplement en présence de deux instances des SCA.

Les SCA sont caractérisés par une cohérence interne qui transcende la diversité et la dynamique de leurs composantes. Cette cohérence dépend néanmoins des interactions de ces éléments, de leur agrégation, leur adaptation ou leur apprentissage. Ce qui importe pour comprendre un SCA n'est pas son équilibre de long terme (même s'il existe), mais sa cohérence et sa persistance face au changement. De plus en plus de systèmes dynamiques sont étudiés aujourd'hui comme des SCA et cela apporte des réponses nouvelles à des questions anciennes, ainsi que de nouvelles questions.

En économie aussi, notre vision des problèmes est en train de changer au fur et à mesure qu'on les analyse sous ce nouvel angle. Selon le problème qu'on considère et le niveau d'agrégation qu'on retient (une entreprise, une industrie, une économie nationale, un système

économique international, etc.), on peut étudier la dynamique du système concerné en isolant les éléments hétérogènes qui le constituent, la nature de leurs interactions, les dimensions de leur adaptation ou de leur apprentissage et le type de nouveautés auquel ils doivent faire face, ainsi que celles qu'ils créent par leur adaptation continue.

Cette approche permet d'aborder des questions pour lesquelles la vision statique, quasi-newtonienne, de l'économie ne fournit au mieux que des réponses approximatives car cette approche statique fait abstraction de certaines dimensions de la richesse des systèmes économiques qui sont, à nos yeux, fondamentales. Il devient alors possible d'analyser tout un ensemble cohérent de systèmes économiques qui nous interpellent. Quels sont les éléments qui déterminent l'efficacité d'une forme organisationnelle face à un flux continu de problèmes à résoudre ? Comment évolue la structure d'une industrie innovante et quel rôle les politiques technologiques peuvent-elles jouer dans la régulation de cette évolution ? Pourquoi les politiques d'incitations (subventions et taxes) ne suffisent-elles pas à diffuser les *technologies propres* auprès des entreprises ? Comment la croissance des régions européennes s'articule-t-elle dans le temps ? Nous proposons d'aborder ces questions avec une approche novatrice inspirée des SCA et cela, soit par une modélisation de ces phénomènes (modèles étudiés par le biais de simulations informatiques qui déroulent les histoires possibles de ce type de systèmes), soit par une analyse qualitative qui met l'accent sur leurs dimensions fondamentales en tant que SCA.

Cette approche considère que cinq propriétés des systèmes économiques sont déterminantes (Arthur et al., 1997) :

1. **Une interaction dispersée.** Ce qui détermine la nature de l'activité économique est l'interaction des agents hétérogènes dispersés qui agissent de manière parallèle. Les conséquences des actions d'un agent dépendent à chaque moment des actions des autres agents et de l'état du système.
2. **L'absence de coordonnateur global.** Aucun agent particulier n'a la possibilité de coordonner volontairement les actions et les croyances des agents. Cela n'exclut pas bien sûr le fait que ces actions s'inscrivent, à chaque moment, dans les structures de l'économie et qu'elles puissent être médiatisées, notamment par des institutions.
3. **Une adaptation continue.** Les comportements, les croyances et les stratégies des agents évoluent continûment en fonction de leur expérience avec les autres agents et le système économique qu'ils constituent.
4. **L'apparition perpétuelle de la nouveauté dans le système.** L'évolution des comportements, des croyances et des stratégies introduit sans cesse de la nouveauté dans le système : nouvelles stratégies, mais aussi nouveaux produits donc nouveaux marchés, nouvelles technologies, nouvelles institutions.
5. **Une dynamique de déséquilibre.** Étant donné l'apparition continue de la nouveauté, l'économie opère loin de tout optimum ou équilibre global. De nouvelles possibilités d'amélioration apparaissent sans cesse. Dans un tel contexte, les agents n'optimisent pas leur comportement car le concept même d'une stratégie optimale ne peut en général être défini. Leurs décisions se placent alors dans un cadre de rationalité limitée à la Simon.

La dynamique et les propriétés agrégées du système résultent alors des interactions et de l'apprentissage des agents. En cela, la dynamique économique apparaît comme un processus continuellement en formation dépassant les comportements individuels et l'on est amené à s'intéresser à l'émergence des propriétés macroscopiques du système. Par conséquent, même si cette approche prend souvent soin de bien spécifier les processus cognitifs des agents individuels et leurs interactions, son objet d'analyse est la dynamique globale du système

économique en considération (une industrie, un marché, un processus de négociation, une firme ou une économie).

Cette vision de la dynamique économique nécessite le développement de nouveaux outils d'analyse et de modélisation que nous allons présenter et discuter dans les deux sections suivantes de ce chapitre. Nous allons notamment voir que les mécanismes de l'évolution qu'a mis au jour Darwin ont une portée qui dépasse le cadre spécifique de l'évolution des espèces et ils peuvent nous aider à comprendre et à formaliser la dynamique des industries, vues comme des SCA. Dans la section suivante nous allons par conséquent discuter les caractéristiques générales de l'approche évolutionniste et de la vision qu'elle propose de la dynamique économique. La troisième section sera consacrée à la discussion des outils développés pour aborder cette dynamique et à leurs limites. La quatrième section recentrera le débat principalement sur la dynamique industrielle et sera consacrée aux principaux résultats obtenus grâce à cette approche. Il est évident que nous ne pouvons faire une étude exhaustive de ces résultats. Nous limiterons cet exposé aux résultats qui nous paraissent les plus significatifs, qui couvrent néanmoins un domaine large, allant de la dynamique organisationnelle à la dynamique macroéconomique.

1. Approche évolutionniste de la dynamique industrielle

Dans cette vision de la dynamique économique, l'apprentissage des agents et la coordination de leurs actions deviennent à nouveau des problèmes centraux. En effet, on ne peut plus les écarter en analysant exclusivement les états d'équilibre du système, ni en comptant sur les anticipations rationnelles des agents (que l'équilibre pourrait permettre) pour résoudre ces problèmes de coordination. Sans mettre en cause la rationalité et l'intentionnalité des choix économiques, l'approche évolutionniste s'impose un certain réalisme cognitif. Cette intentionnalité va alors de pair avec une introduction continue de la nouveauté dans le système (grâce à l'apprentissage et aux innovations des agents) et un processus de sélection : le contexte économique spécifique de chaque problème définit les critères de succès économique et favorise ainsi certaines de ces nouveautés au détriment des autres (dans un contexte industriel, le profit ou la part de marché des firmes peuvent constituer un tel critère). Le résultat de ce processus dynamique n'a pas de solution prévisible a priori car le flux de nouveautés et le succès éventuel de chacune d'elles dépendent de l'histoire même du processus (dépendance au sentier). Par conséquent, la dynamique économique nous apparaît nécessairement comme un processus non-téléologique où la coordination des activités des agents n'est pas automatiquement assurée.

1.1. Intentionnalité et rationalité des agents économiques

La rationalité des agents plongés dans un tel contexte ne peut pas être représentée comme un simple problème d'optimisation. En effet, la stabilité observée des comportements économiques et les expériences psychologiques et/ou économiques mettent fortement en cause l'optimisation comme approximation du comportement des agents. Pour tenir compte de ces critiques, il faut se retourner vers le cadre cognitif proposé par Herbert Simon (Simon (1955) à Simon (1982)). Ce cadre place la rationalité dans la construction, par les agents, des solutions à des problèmes (la *rationalité procédurale*) plutôt que dans la résolution directe de ces problèmes (la *rationalité substantive*)¹. Une des manifestations possibles de la rationalité procédurale est l'utilisation des règles de décisions simples (les *routines* chez Nelson et Winter (1982)) par les agents. L'apprentissage correspond alors à la recherche de nouvelles

¹ Sur la pertinence empirique et théorique du concept de rationalité limitée voir aussi Conlisk (1996).

règles car celles dont dispose l'agent ne le satisfont plus (dans le sens de *satisficing* à la Simon).

1.1.1 Rationalité substantive, rationalité procédurale

La dénomination de « rationalité limitée » est une assez mauvaise traduction du terme américain « bounded rationality » et elle ne reflète pas la richesse de la démarche d'Herbert Simon. De plus, on a souvent tendance à sous-entendre dans cette expression une référence à une rationalité qui serait « illimitée » ou même, une mise en cause tout court de la rationalité des agents. La démarche de Simon est bien plus précise et plus fine que cela. Simon poursuit une démarche inductive, inspirée par les travaux des psychologues cognitifs sur la rationalité des agents. En partant des mécanismes cognitifs observés des agents réels, Simon cherche à prendre en compte le fait que les agents dédient leur énergie non pas au choix de la meilleure solution dans un ensemble donné de solutions mais à l'analyse des problèmes auxquels ils sont confrontés et à la *construction* de solutions acceptables pour ces problèmes. Cette seconde démarche correspond alors à une rationalité qui ne peut être réduite à la recherche d'un optimum et Simon la dénomme la « rationalité procédurale » :

*"Behavior is **substantively rational** when it is appropriate to the achievement of given goals within the limits imposed by given conditions and constraints. Notice that, by this definition, the rationality of behavior depends upon the actor in only a single respect - his goals. Given these goals, the rational behavior is determined entirely by the characteristics of the environment in which it takes place. (...) Behavior is **procedurally rational** when it is the outcome of appropriate deliberation. Its procedural rationality depends on the process that generated it. "* (Simon(1976), p. 130-131)

Par conséquent, une solution substantivement rationnelle n'a de valeur pour Simon que si les agents sont capables de découvrir des procédures pour la mettre en œuvre. Sans rejeter l'intentionnalité des comportements économiques, cette approche implique que ces comportements doivent être représentés par des procédures réalistes. C'est ce « réalisme cognitif » que réclame la modélisation évolutionniste.

La question qui se pose alors est la représentation effective de ce type de comportement. En effet, même pour un problème pour lequel la solution substantivement rationnelle est unique, il n'y a aucune raison pour que la rationalité procédurale conduise à une forme unique de comportement. En fonction de leurs contraintes et de leur histoire, les agents développeront nécessairement un ensemble diversifié de procédures pour faire face au même problème. Cela constitue à la fois la richesse de l'approche en termes de rationalité procédurale et sa faiblesse car il n'est pas aisé de proposer une modélisation consensuelle du comportement des agents.

De nouveau, une démarche inductive pourrait nous aider pour faire face à cette difficulté. En effet, il existe un ensemble de résultats expérimentaux (*cf.* par exemple Cohen et Bacdayan (1994)) suffisamment large pour souligner le fait que les agents économiques réels (et leurs organisations), tout en étant rationnel, utilisent des procédures heuristiques, des règles de comportement simples et répétitives (les *routines*).

1.1.2. Routines comme représentation de la rationalité procédurale

L'utilisation des routines pour rendre opérationnelle la rationalité procédurale est justifiée par les observations empiriques qui soulignent que les organisations économiques comme les entreprises peuvent être vues comme un répertoire d'actions avec une forte inertie (*cf.* Cohen et al. (1996)). Les routines correspondent alors à des modes d'action récurrents, dépendant du contexte organisationnel et assez stables face aux variations marginales de l'environnement de l'organisation. Leur structure contient une dimension *automatique* sous la forme d'une

articulation directe [Conditions → Actions]², comme cela est souvent proposé dans la conception des décisions dans les sciences cognitives (cf. par exemple Holland et al. (1989)). Une certaine stabilité de ces routines est alors nécessaire pour que le retour de la pression sélective puisse s'exercer suffisamment longtemps de manière à conditionner leur évolution dans le répertoire de l'organisation (Sidney Winter parle alors de Traits Quasi-Génétiques, cf. Cohen et al. (1996)).

Nelson et Winter (1982, chapitre 5) mobilise de manière systématique cette conceptualisation pour caractériser le comportement des agents et des organisations économiques. Il est intéressant de noter que l'idée de l'importance de l'inertie des comportements est déjà présente chez Schumpeter (1935/1999). Dans cette vision, l'ensemble de routines d'une organisation remplit plusieurs rôles à chaque instant de sa vie : établir la correspondance entre les compétences et les connaissances de ses membres et celles de l'organisation elle-même grâce à l'intégration et à la cristallisation de la mémoire organisationnelle dans les routines ; établir une *trêve* politique qui assure la participation effective de chaque membre aux activités (et donc aux routines) de l'organisation via, notamment, des mécanismes de promotion, d'incitation et de sanction ; assurer le contrôle du fonctionnement au jour le jour de l'organisation de manière à gérer les aléas simples ; faciliter la reproduction, au sein de nouvelles unités, des solutions déjà obtenues dans l'organisation grâce à la réplication systématique des routines et permettre ainsi la croissance de l'organisation. Cette répliquabilité plus ou moins facile des routines conditionne par ailleurs la capacité des concurrents à imiter le comportement de l'organisation.

Ces fonctions des routines traversent différents horizons temporels, ainsi que différents niveaux de l'organisation.

1.1.3. Hiérarchie des routines, satisficing et apprentissage

Nelson et Winter décrivent une *hiérarchie* des routines. Le premier niveau correspond à des routines qui assurent le fonctionnement au jour le jour de l'organisation (le fonctionnement *routinier* au sens premier de ce terme), recouvrant les activités les plus récurrentes, comme le fonctionnement journalier d'un atelier de production ou d'un secrétariat. Le second niveau correspond aux règles de transition de période en période, formées principalement par des règles d'investissement en capital physique et humain. Ces routines gèrent la dynamique de court/moyen terme de l'organisation et la répliquabilité des routines de niveaux inférieurs conditionne l'efficacité de ces routines de croissance.

Au plus haut de la hiérarchie des routines se trouvent ce que Nelson et Winter appelle les *méta-routines* : les routines qui gèrent la modification et l'adaptation des routines de niveaux inférieurs. Ces routines apportent la capacité d'adaptation à l'organisation en lui fournissant, par exemple, des règles pour modifier l'organisation d'un atelier quand son fonctionnement pose des problèmes récurrents ou d'ajuster les règles d'investissement si l'entreprise se trouve en surcapacité sur ses marchés pendant plusieurs périodes d'affilée.

Les méta-routines représentent donc l'apprentissage de l'organisation sur la correspondance entre l'évolution de son environnement et son répertoire de routines. Comme chez la Reine Rouge d'Alice, un environnement dynamique impose la nécessité d'une capacité d'adaptation permanente à l'organisation en vue de garder sa position face à la pression sélective. Nous sommes alors typiquement dans une vision de l'économie en tant que SCA où le comportement des autres agents modifie en continue l'environnement de l'organisation et, dans le cas où ses performances relatives se détériorent et ne lui paraissent plus satisfaisantes,

² Ces règles sont de type [Si pluie → Prendre le parapluie].

l'oblige à chercher de nouvelles règles de comportements (routines) et à innover (on observe ici à nouveau la mise en œuvre du principe de *satisficing* de Simon). La pression sélective de l'environnement est donc la force qui oriente à chaque moment la sélection et la création des routines dans l'organisation.

Cette dynamique des routines ne va pas sans poser de problèmes à son tour. Quand le sentiment d'insatisfaction commence à s'imposer du fait des problèmes récurrents posés par le répertoire actuel de routines, l'organisation cherche à adapter les routines existantes et à innover. Mais ces deux dimensions de l'apprentissage sont toutes les deux fortement conditionnées par l'adaptabilité des routines existantes. En effet, l'adaptation pure (que l'on pourrait aussi appeler à ce stade « innovation incrémentale ») et l'invention de nouvelles règles (l'« innovation radicale ») doivent utiliser les règles de comportements actuels pour construire de nouvelles routines. La fiabilité et la flexibilité de ces dernières est alors une condition nécessaire pour la réussite de cet apprentissage. Cela, d'autant plus que l'innovation implique en général une double incertitude : quant à son résultat immédiat (la *faisabilité* technique de la nouvelle routine) et quant aux conséquences économiques de son utilisation effective. Ces difficultés peuvent alors mettre en cause la survie même de l'organisation.

1.2. Diversité, innovation et évolution

La sélection qui œuvre au sein du répertoire de règles de l'organisation a donc des conséquences quant à la sélection qui a lieu entre les organisations même au sein de leur milieu (par exemple des firmes dans une industrie). Nous sommes alors au cœur du mécanisme d'évolution d'une industrie. L'évolution est un algorithme très simple qui résulte de la confrontation d'un mécanisme générateur de diversité avec un mécanisme de sélection (cf. Dennett (1996), pour une position relativement extrême sur ce point). En cela elle n'est pas un concept biologique même si c'est en biologie qu'elle a été le plus développée suite aux travaux de Darwin (Darwin, 1859/1998). Cette nature générale des mécanismes de l'évolution a permis le développement des explications évolutionnistes dans presque toutes les disciplines. Dans le contexte qui est le nôtre, l'évolution d'une industrie dépend de la nature des mécanismes de création de diversité en son sein (grâce à l'innovation et à l'entrée de nouvelles firmes, par exemple) et des mécanismes sélectifs qui y sont en vigueur (correspondant, notamment à ce qu'on appelle la « concurrence » entre les firmes).

1.2.1. Evolution : nécessité de la diversité et de la sélection

L'évolution correspond d'abord à la croissance relative des entités différentes et, à la limite, à la survie de certaines entités au détriment des autres si la pression sélective est forte. Le principe que Darwin a emprunté à Malthus, « survival of the fittest », ne s'impose que dans ce cas limite. Sinon, on peut facilement observer la co-existence des entités différentes dans le même milieu.

Mais l'élément clé pour que la dynamique de l'évolution puisse avoir lieu est la diversité. Une population homogène ne peut avoir qu'un comportement radicalement contrasté face à la sélection : elle disparaît complètement ou elle survit dans sa totalité et il n'y pas de dynamique à long terme. En cela l'« individu représentatif » de la modélisation néo-walrassienne (on aurait pu tout aussi bien dire « néo-keynésienne ») exclut une des sources majeures de la dynamique économique et de sa richesse (cf. Kirman (1992)).

C'est dans une population différenciée que la sélection peut induire un changement structurel sous la forme d'une variation dans le temps des proportions des différents types d'individus. Cette variation modifie bien sûr, à son tour, l'environnement de chacun des types et par conséquent, l'intensité et le rôle de la pression sélective sur chacun d'eux. Par conséquent,

nous sommes bien en présence d'une dynamique riche de co-évolution où la population possède une dynamique similaire à celle d'un SCA.

Après cette discussion plutôt générale des mécanismes évolutionnistes, nous devons préciser les formes qu'elles peuvent prendre dans un contexte industriel et leurs conséquences. Nous allons dans un premier temps étudier séparément la génération de la diversité et les formes de la pression sélective.

1.2.2. Génération de la diversité industrielle : apprentissage et innovation

A partir du moment où l'on lève l'hypothèse d'uniformité des agents, la diversité apparaît assez naturellement dans l'analyse des industries. En effet, ses sources sont multiples.

Nous avons déjà signalé que la rationalité procédurale des agents économiques implique que chacun d'eux peut être amené à développer ses propres solutions aux problèmes qu'il perçoit. La perception des problèmes, ainsi que les solutions développées seront par conséquent une première source naturelle de diversité dans ce cadre. Deux firmes placées devant les mêmes informations de marchés vont les interpréter différemment en fonction de leur expérience passée³. Les routines et les méta-routines mises en œuvre par chaque firme vont aussi déterminer, de manière plus dynamique, sa capacité à apprendre et à inventer de nouvelles routines. L'adaptabilité et la répliquabilité des routines développées ne seront pas non plus identiques entre les firmes.

Par ailleurs, les fruits de cet apprentissage et de ces inventions, les *innovations*, seront aussi différentes entre les firmes. Les innovations de procédés vont impliquer une diversité au niveau des routines de production ; les innovations organisationnelles, une diversité au niveau des routines de fonctionnement ; les innovations de produits, une diversité au niveau des environnements même dans lesquels ces firmes interviennent et de leurs capacités commerciales. En rapport avec ce dernier point, mais indépendamment de lui, l'évolution de la demande aussi peut introduire une diversité supplémentaire là où il n'y en avait pas. En effet, le comportement et l'apprentissage des consommateurs peut correspondre à l'apparition d'une différenciation horizontale (ou verticale) là où les consommateurs ne faisaient pas de différence entre les produits des différents producteurs.

Une dernière source de diversité peut être citée au niveau du réseau social des firmes. En effet, les firmes possèdent en général une articulation différenciée avec les institutions de leur environnement et, par conséquent, au niveau de leur pouvoir politique dans cet environnement.

Ces différents éléments vont donner lieu à chaque moment du temps à une photographie de l'industrie qui contient des acteurs hétérogènes et cela de différentes manières. La confrontation de cette diversité avec les forces de sélection en vigueur va déterminer l'évolution de l'industrie.

1.2.3. Mécanismes de la sélection industrielle

Le parallèle entre la concurrence et la sélection économique n'est pas nouveau. Milton Friedman l'a même utilisé pour justifier l'hypothèse de la maximisation de profit (la rationalité substantive) par les firmes. La faiblesse de cet argument ainsi que celle d'autres utilisés par Armen Alchian (en faveur d'une approche évolutionniste) ou Gary Becker (en faveur de la nécessaire minimisation des coûts dans les marchés concurrentiels) démontre que les économistes ont parfois du mal à appréhender correctement toute la finesse des

³ Cette source de diversité est déjà soulignée par Alchian (1950/1993).

mécanismes de sélection. Nous reviendrons plus loin sur les arguments du type de celui de Friedman ou de Becker.

La sélection ne peut apparaître qu'entre entités hétérogènes partageant le même milieu. Les firmes intervenant sur le même marché ou des règles de décisions utilisées au sein d'un même département peuvent faire l'objet de la sélection. Par conséquent, dans un contexte industriel, la sélection peut intervenir de différentes manières et à de différents niveaux.

Au niveau des firmes, la concurrence peut avoir lieu sur tous les marchés où elles interviennent. Sur le marché d'un produit final, la pression sélective va opérer via la demande des consommateurs pour les produits des différentes firmes et, *in fine*, l'évolution des parts des marchés des firmes. De manière habituelle en économie industrielle, le contexte industriel, le degré de différenciation du bien et la taille du marché vont moduler cette pression sélective. Dans un marché où le prix se réduit, seules les firmes qui sont capables de réaliser des innovations de processus et donc de baisser leurs coûts unitaires plus rapidement que les autres verront leur part de marché augmenter, au détriment de leurs concurrents (cela correspond d'ailleurs exactement au mécanisme de sélection qui est en vigueur dans le modèle de Nelson et Winter (1982, chapitre 12)). Sur les marchés des facteurs de production, la sélection se fera via l'attractivité des firmes : les firmes capables de proposer les salaires relativement plus élevés vont attirer plus facilement les travailleurs qualifiés et celles qui peuvent rémunérer plus fortement les investissements, le capital. On voit bien que la sélection des firmes s'opère en définitive par le croisement de toutes ces pressions et l'innovation, dans toutes ses formes, est nécessaire pour passer entre les lames de ciseaux. Au fur et à mesure que les firmes dont les parts de marchés reculent par rapport à leurs concurrents activent leur recherche en vue d'innover (*satisficing*) et innovent, les conditions de la concurrence se modifient pour toutes les firmes dans l'industrie, en provoquant d'autres réactions en chaînes. Comme résultat de la sélection, certaines firmes voient leurs parts de marchés diminuer, d'autres, augmenter. Les premières peuvent finir par quitter l'industrie (faire faillite ou migrer vers les industries où la concurrence est moins rude) et les firmes qui réussissent peuvent attirer de nouveaux concurrents par leur succès. Ainsi, observons-nous une dynamique économique sans repos (le *restless capitalism* de Metcalfe (2001)).

La discussion précédente fait clairement sortir que le succès relatif des firmes dépend de l'ensemble de routines qu'elles mettent en œuvre pour réaliser leurs activités entre les marchés des facteurs et ceux de leurs produits. C'est pour cette raison que Nelson et Winter (1982) mettent en avant le fait qu'à travers les firmes, ce sur quoi la sélection opère est la population de routines qui sont actives dans une industrie. Les firmes avec un ensemble de routines relativement plus efficace verraient leur part de marché augmenter et cela correspondraient tout simplement à un succès relatif des routines dont elles sont l'expression. Les firmes utilisant un ensemble relativement peu performant de routines peuvent finir par disparaître, ainsi que les routines dont elles sont les porteurs. Il s'agit d'une vision de la sélection qui domine assez fortement dans la littérature évolutionniste (pour une discussion plus approfondie du statut de l'hypothèse évolutionniste en économie, cf. Knudsen (2002), et pour des discussions plus proches du management, cf. Durand (2001) et Lewin et Volderba (1999)).

On peut aussi concevoir cette articulation des niveaux de la sélection (individus – départements – routines – firmes – industries) dans une vision en termes de Systèmes Complexes Adaptatifs (SCA) : la pression sélective sur les marchés conditionnant l'évolution des parts de marché des firmes ; l'évolution des parts de marché impliquant une pression interne entre les départements dans la résolution des problèmes rencontrés ; la pression sur les départements déterminant les routines qui seront utilisées au sein de chacun pour développer de nouvelles solutions. En définitive la dynamique de l'économie prend alors la forme d'une

co-évolution des entités d'échelle différente, les plus petites se regroupant pour former des moins petites, la diversité inventée à chaque niveau modifiant la pression sélective sur les autres niveaux et sur les autres individus de même niveau (qu'ils soient des routines, des produits, des firmes, des industries, voire, des pays).

1.3. Rôle de l'histoire dans la dynamique économique

Cette co-évolution imprime une interdépendance forte entre les individus, mais aussi entre les moments différents du système. L'évolution dépend alors, dans son déroulement, de chacune de ses étapes passées. La dynamique est ainsi dépendante de son sentier (*path dependency*). Arthur (1989) et David (1985) insistent sur cette dépendance dynamique et sur le rôle des « petits événements historiques » (*small historical events*). Cette dynamique n'a pas de but prédéfini. Son analyse ne peut être téléologique. Si nous voulons comprendre le déroulement de ce type de processus d'évolution, nous nous trouvons obligés d'analyser une dynamique non markovienne⁴ dont les solutions analytiques sont en générale impossibles à calculer. C'est pour cette raison que les analyses évolutionnistes se retournent assez naturellement vers les modèles de simulation dès qu'elles veulent aller au de là d'une théorisation qualitative. Nous reviendrons plus loin sur ce point, quand nous nous intéresseront aux outils de l'analyse évolutionniste.

1.3.1. Evolution et absence de téléologie

De manière très générale, la pression sélective est une donnée endogène de la dynamique industrielle, même si le contexte de cette dynamique (cadre institutionnel et économique) influence la force et la nature de cette pression. Reprenons l'argument de « comme si » bien connu de Milton Friedman. Friedman (1953) soutient que même s'il existe des firmes qui ne maximisent pas le profit, cela n'a pas d'importance dans la mesure où, à long terme, elles seront éliminées du marché et tout se passera comme si les firmes maximisaient effectivement leur profit. Cet argument utilise la sélection comme un *deus ex machina*, sans s'interroger sur ses mécanismes réels. En effet, la pression sélective que les firmes ressentiront dépendra du comportement des concurrents et on peut parfaitement imaginer un marché où aucune firme ne maximise le profit sans que cela implique une pression sélective : étant donné qu'aucune firme ne maximise le profit, il n'y a pas de raison a priori que certaines firmes aient une performance relative plus faible et voient leur part de marché diminuer. L'argument de Friedman est par conséquent en contradiction avec le principe de l'évolution bien connu dès les travaux de Darwin : l'évolution n'optimise pas et ne possède pas de but prédéfini (absence de téléologie). Ceci est un principe très fort des mécanismes de la dynamique de l'évolution et, comme ces mécanismes généraux, il est valable indépendamment du contexte particulier d'application (la biologie chez Darwin). Comme les branches de l'arbre des espèces, une révolution technologique ou innovation majeure n'apparaîtra telle qu'elle qu'après coup, une fois que la majeure partie de leurs effets aient eu lieu. C'est ainsi que nous avons assisté à l'émergence des innovations supposées majeures qui se sont avérées être des flops industriels malgré, souvent, leur supériorité technologique réelle : le système informatique Next inventé par Steve Jobs dont certaines composantes ont fini dans le dernier système d'exploitation d'Apple, longtemps après la disparition de la société Next Computing ; le Mini-disc, lancé par Sony en 1992, qui survit et qui cherche encore son marché après plus de dix ans d'existence. Si un ensemble de routines arrive à résister à la pression sélective, tout ce que cela implique

⁴ Plus précisément, non-ergodique, la probabilité d'atteindre certains états du système devenant nulle, au fur et à mesure de son évolution.

est que cet ensemble a pu s'adapter à l'environnement particulier dans lequel il vit et cela ne préjuge en rien de son efficacité globale et générale.

1.3.2. Dépendance au sentier et rôle des « petits événements historiques »

La nature non-ergodique de la dynamique évolutionniste implique que les probabilités des différents états vers lesquels le système dynamique peut s'orienter à chaque moment du temps et celles des états finaux du système dépendent des états par lesquels passe ce système à chacune des étapes passées et, de manière extrême, des conditions initiales elles-mêmes.

Le système économique est par conséquent soumis à une irréversibilité et l'état final vers lequel il va, le cas échéant, converger est, dans ce cas, impossible à prédire. Pour comprendre la direction que va prendre la dynamique, on doit connaître l'histoire du système et c'est cela qu'on traduit parfois par l'expression « l'histoire compte » (voir David (2001) ou Foray (1991) pour une discussion approfondie de ces points).

Cette dépendance au sentier peut impliquer l'émergence d'un *paradigme technologique* (cf. Dosi (1982)) au sein d'une industrie. La nature cumulative des connaissances sur lesquelles se basent les innovations contraint et structure le développement technologique. Pendant la naissance d'une nouvelle industrie, par exemple, les innovations explorent les différentes définitions possibles du nouveau produit. Mais, une fois qu'une masse suffisante d'innovations se focalisent dans une direction particulière, cela oriente les recherches de toutes les firmes dans l'industrie : les améliorations à chercher à chaque moment du développement et les difficultés à résoudre s'imposent à toutes les firmes, comme un paradigme scientifique s'impose à tous les chercheurs du domaine concerné. A l'intérieur du paradigme, une gamme plus ou moins large de technologies est explorée jusqu'à l'épuisement du paradigme actuel et l'émergence d'un nouveau. Le paradigme oriente alors assez fermement les recherches technologiques dans cette industrie et donc, *in fine*, la *trajectoire technologique* que va suivre l'industrie. Il peut alors devenir très difficile pour l'industrie de s'éloigner de l'attraction de ce paradigme et une irréversibilité forte peut en résulter.

Dans le modèle initial d'Arthur (1989), ce sont les choix des premiers consommateurs qui déterminent assez rapidement le standard qui va s'imposer sur le marché. Etant donné que ces choix sont myopes, car ils se font sans l'information quant à l'efficacité sociale finale des technologies (celle que chacune aurait pu avoir si elle était adoptée par la totalité des consommateurs), cette dynamique peut orienter le système vers le choix d'un standard finalement inférieur du point de vue de l'efficacité sociale. C'est ce type de phénomène que Brian Arthur appelle le « *lock-in* ». Il faut comprendre ici qu'il ne s'agit pas en soi d'un phénomène nouveau et exclusivement limité à l'économie, la possibilité de ce type de dynamique est clairement évoquée par Darwin lui-même. Le côté « arbitraire » de cette dynamique peut être assez inconfortable pour son analyse et, notamment, pour des rationalisations *ex post* des choix sociaux. Mais si l'on ne tient pas compte de cette dimension des choix sociaux, on prend le risque d'aboutir à des analyses apparemment cohérentes mais fondamentalement erronées, ainsi qu'à des prescriptions de politiques publiques irréalistes.

1.4. Vers une dynamique économique ouverte de déséquilibre

Les caractéristiques de la dynamique d'évolution que nous venons de discuter ont bien sûr des conséquences importantes sur notre vision de la création de richesse et de la croissance économique. Cette dynamique économique retrouve, au centre de sa problématique, l'articulation et la coordination des activités des agents économiques. Il devient alors impossible d'évacuer ces problèmes en recourant, a priori, au concept d'équilibre, car cet

équilibre n'est pas nécessairement défini ou, s'il est défini, il n'est pas assuré que le système économique soit capable d'y converger. Il nous faut alors appréhender cette dynamique dans tous ses états, y compris ceux où la coordination des actions ne se fait pas sans heurt et un déséquilibre persistant apparaît.

1.4.1. Résurgence des problèmes de coordination et statut particulier des états d'équilibre

Dans la vision que nous avons de la dynamique économique, il n'y a aucune raison de supposer que l'articulation entre les niveaux différents et les actions des agents de même niveau se fera de manière à assurer une coordination parfaite de ces actions. Même s'ils existent, les états d'équilibre ne forment qu'un sous-ensemble de tous les états du système que nous devons analyser pour comprendre son comportement global.

Si l'environnement du système se stabilise dans le temps, il peut arriver que ce système converge vers un équilibre, mais cette convergence doit émerger de manière endogène, non imposé dès le début de l'analyse comme une hypothèse. En effet, en dehors des cas très particuliers où le comportement du système se dégenère en une dynamique ergodique, il sera difficile de déterminer à l'avance si le système va converger vers un équilibre et si oui, vers lequel. Cela dépendra du déroulement exact de l'histoire particulier qu'on est en train d'analyser. On ne pourra avoir une vision globale des comportements possibles du système que si l'on est capable de dérouler un nombre important d'histoires (grâce par exemple à un modèle de simulation qui reproduit les principaux mécanismes du système qui est étudié).

La manière dont les actions et les anticipations des agents s'articulent devient alors à nouveau fondamentale pour comprendre la dynamique économique.

1.4.2. Réduction par les anticipations rationnelles ?

L'hypothèse des anticipations rationnelles ne peut nous être d'un grand secours dans ce contexte. Les agents n'étant mis par hypothèse face à un équilibre dont ils peuvent anticiper les comportements correspondants, leurs anticipations, aussi rationnelles qu'elles soient, ne peuvent assurer la coordination de leurs actions. Il faut comprendre ici que cela n'est pas vraiment un *défaut* de la rationalité des agents mais une dimension importante de la dynamique du système économique qu'ils composent ensemble.

Dans un environnement complexe, les anticipations des agents se réduisent alors aux conjectures qu'ils peuvent former à partir du *modèle mental* de la situation qu'ils possèdent, ce modèle mental évoluant lui-même en fonction des expériences qu'ils vivent en interaction avec leur milieu (*cf.* Holland et al. (1989), Yildizoglu (2001)). Les anticipations des agents sont par conséquent nécessairement adaptatives dans un tel contexte, mais cela n'implique pas qu'ils ne peuvent être capables de généralisations en vue de couvrir des situations nouvelles. Leurs généralisations seront néanmoins tributaires de leur expérience passée et posséderont elles-mêmes une dimension adaptative, bien loin de la capacité projective extrême des anticipations rationnelles ou des prévisions parfaites.

1.4.3. Nature incontournable d'une dynamique ouverte de déséquilibre

Sans le secours de l'hypothèse d'équilibre et celle des anticipations rationnelles, notre vision du système économique correspond à un SCA avec toutes les difficultés d'analyse que cela implique. La dynamique que nous cherchons à analyser est alors celle d'un système complexe qui traverse assez naturellement les états de déséquilibre (ces états et leurs conséquences au niveau du système participant eux-mêmes à la richesse de cette dynamique) et dont l'issue ne

peut être en général prédit avant le déroulement de son histoire (contrairement à un modèle d'équilibre général dynamique de type Ramsey, par exemple, ou aux modèles néo-classiques de croissance endogène). Nous avons alors un système dont la dynamique ne peut être réduite à un équilibre markovien parfait. Même si son analyse devient plus difficile, elle conserve toute la richesse passionnante du système économique et rend la science économique « moins sinistre » (l'expression est du prix Nobel Murray Gell-Mann (1997)).

Nous allons aborder dans les sections suivantes les outils que l'économie évolutionniste a développés pour aborder ce type de dynamiques économiques.

2. Outils de l'analyse évolutionniste

La discussion qui précède fait clairement apparaître que face à un système complexe, il n'est pas toujours aisé de formuler de bonnes hypothèses. La caractérisation des propriétés émergentes du système et les déterminants microscopiques de ces propriétés est souvent difficile. C'est pour cette raison que l'économie évolutionniste a assez naturellement favorisé une démarche inductive comme une première approche des problèmes économiques.

En partant des faits stylisés, on formule ce que Nelson et Winter appellent des « théories appréciables ». La pertinence empirique de ces théories peut être testée par une confrontation avec des observations plus fines et leur cohérence interne peut être vérifiée par la modélisation.

2.1. Démarche inductive : des faits stylisés vers les théories appréciables

When on board H.M.S. Beagle, as naturalist, I was much struck with certain facts in the distribution of the organic beings inhabiting South America, and in the geological relations of the present to the past inhabitants of that continent. These facts, as will be seen in the latter chapters of this volume, seemed to throw some light on the origin of species—that mystery of mysteries, as it has been called by one of our greatest philosophers. On my return home, it occurred to me, in 1837, that something might perhaps be made out on this question by patiently accumulating and reflecting on all sorts of facts which could possibly have any bearing on it. (Charles Darwin (1859/1998), p .3)

La démarche inductive est très clairement exposée dans cette citation de Darwin. Une accumulation entêtée des observations systématiques peut effectivement nous aider à formuler des théories pertinentes face à une réalité complexe.

Dans cette optique, la théorie évolutionniste cherche, par conséquent, à caractériser les « faits stylisés » qui sont des régularités empiriques dignes d'être expliquées. Dans l'analyse de ces faits, une première étape est de formuler un ensemble cohérent de causalités compatible avec ces faits stylisés et avec les observations plus fines que nous possédons sur le système. Nelson et Winter appelle cet ensemble une « théorie appréciable ».

2.2. Des théories appréciables vers la modélisation : les outils de la modélisation

La modélisation évolutionniste cherche à affiner les raisonnements des théories appréciables en testant la robustesse des connections qu'elles établissent entre les faits stylisés, leurs causes et leurs conséquences. Les particularités de l'approche évolutionniste, que nous venons de souligner jusqu'à ce point, indiquent clairement que les outils de modélisation de l'approche

néo-classique (l'optimisation et la recherche de points fixes) sont assez mal adaptés pour formaliser la théorie évolutionniste.

Il faut alors utiliser des outils qui s'inspirent plutôt de la modélisation biologique en termes de populations. L'exploitation directe de l'analogie biologique prend en général la forme de modèles basés sur la *dynamique de réplication* (le théorème de Fisher (1930)). Pour construire des modèles microéconomiques qui contiennent plus de détail au niveau des comportements individuels et au niveau du contexte économique, il faut s'éloigner dans une certaine mesure de cette analogie directe : on mobilise des comportements en rationalité procédurale et une dynamique de déséquilibre. Un problème devient alors particulièrement important : la modélisation de l'apprentissage et des anticipations.

2.2.1. Dynamique des populations et le théorème de Fisher

Quels que soient les mécanismes créateurs de diversité, l'existence d'une pression de sélection se traduit en général par une croissance différenciée des différentes sous-populations (espèces de firmes). Cette croissance est conditionnée par la performance relative (*fitness*) de chaque population par rapport aux autres. Au delà de l'apparente tautologie que constitue l'expression « la survie du meilleur » (*survival of the fittest*), la dynamique des populations peut être formalisée sous la forme d'une dynamique de réplication. Si x_i est la fréquence relative de l'espèce i dans la population totale, et si l'on représente sa performance relative par f_i , le résultat de la sélection peut être formulé selon l'équation suivante :

$$\dot{x}_i = \frac{dx_i}{dt} = a \cdot x_i (f_i - \bar{f}) \quad \text{où} \quad \bar{f} = \sum x_i \cdot f_i, \quad i = 1..n$$

Par conséquent, les espèces qui ont une performance supérieure à la performance moyenne (\bar{f}) verront leur proportion augmenter ($\dot{x}_i \geq 0$) tandis que la part dans la population des autres diminuera. Si les f_i sont constantes alors la dynamique conduira à une augmentation continue de la performance moyenne et convergera vers une population homogène formée uniquement par l'espèce qui possède la performance la plus élevée.

Dans un contexte industriel (mais aussi en biologie) la performance individuelle n'est pas constante et dépend de l'évolution de la population et celle du contexte de la sélection. En fonction des déterminants des performances individuelles qu'on met en avant, on peut alors observer une dynamique plus ou moins complexe. Les applications économiques de cette approche vont alors spécifier les fondements microéconomiques qui vont conduire à une spécification des fonctions f_i . En plus des modèles ainsi directement basés sur la dynamique de réplication (cf. par exemple Metcalfe (2004)), la forme réduite de beaucoup de modèles industriels évolutionnistes peut être exprimée comme une dynamique de réplication.

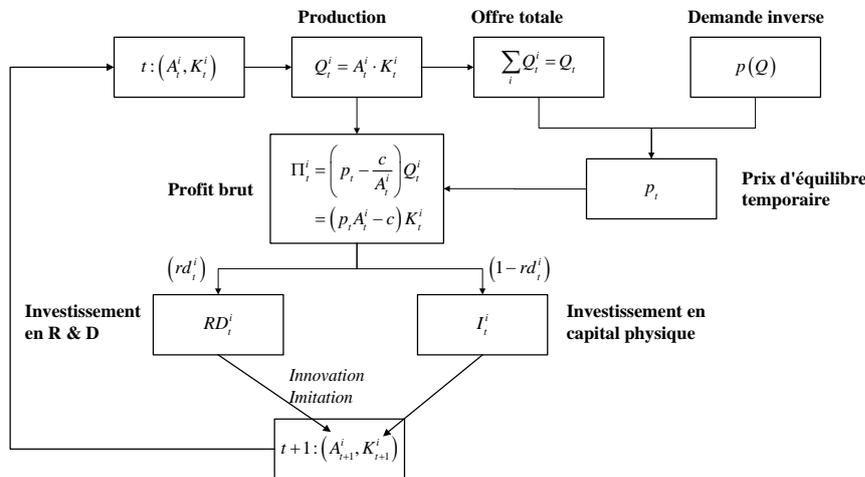
Ces modèles choisissent en général de donner plus de chair aux firmes et à la structure de leurs interactions en vue d'analyser le rôle des différents déterminants de cette dynamique globale.

2.2.2. Modèles de simulation basés sur des routines

Dans la lignée des premiers modèles développés par Nelson et Winter, la quasi-totalité des modèles évolutionnistes de la dynamique industrielle utilisent les routines pour représenter la rationalité procédurale des firmes.

Le modèle initial de Nelson et Winter (cf. Figure 1.1) possède la vertu d'être extrêmement simple et on peut le présenter sous la forme d'un diagramme (voir Figure 1.1)⁵. Dans ce modèle les technologies sont à rendements constants et le progrès technique n'est pas incorporé au stock de capital. Grâce à son investissement en R&D, chaque firme a la possibilité de profiter d'une innovation et d'augmenter la productivité (A^i) de son capital physique (K^i). L'équation du profit brut montre clairement que l'augmentation de la productivité influence positivement la marge unitaire de la firme. Etant donné le coût d'utilisation du capital, c , dans une industrie où le prix baisse continûment du fait d'une expansion de l'offre globale, la seule possibilité de survie pour une firme est d'innover et d'augmenter sa productivité, de manière à réduire son coût moyen de production (c/A). Dans la version originale de ce modèle les firmes utilisent des règles de comportement très simple pour l'investissement en R&D : $RD_t^{innovation} = r^{in} \cdot K_t^i$, $RD_t^{imitation} = r^{im} \cdot K_t^i$.

Fig 1.1 – La structure du modèle de Nelson et Winter (1982), chapitre 12



Il n'existe alors aucun apprentissage au niveau des firmes. Le seul apprentissage est au niveau de la population : si le comportement d'innovation des firmes est initialement diversifié, celles qui utilisent une règle plus performantes vont voir leur part de marché augmenter au détriment des autres firmes. On étudie les résultats de ce modèle en se donnant un vecteur de valeurs pour les paramètres et les conditions initiales (notamment (A_0^i, K_0^i) , $i = 1..n$) et on déroule sur l'ordinateur la dynamique du modèle de période en période. Même ce modèle très simple fait alors apparaître des phénomènes très intéressants comme la concurrence technologique, la dépendance au sentier et la co-évolution des parts de marché des firmes.

2.2.3. Modélisation de la rationalité limitée

Winter (1984) étend ce modèle initial de manière à inclure un apprentissage des firmes basé sur un comportement de type *satisficing* : la firme qui observe qu'elle recule en termes de taux de profit par rapport à la moyenne de son industrie va essayer de s'approcher du comportement d'investissement moyen de l'industrie.

⁵ Pour une présentation plus détaillée de ce modèle consulter <http://www.vcharite.univ-mrs.fr/PP/yildi/nworig/nelwin.html> où il est aussi possible de faire des simulations en ligne pour étudier le comportement de ce modèle.

En effet, comme toute la dynamique du modèle dépend de l'apprentissage des firmes, la représentation de cet apprentissage est loin d'être innocente dans l'obtention des résultats. Or il n'existe pas encore de consensus global quant à la nature exacte de cet apprentissage, ni dans les sciences cognitives, ni en économie. On peut néanmoins souligner trois types de stratégies de modélisation qui semblent dominer la littérature (*cf.* Dosi et al (1999) pour un exposé plus détaillé) :

1. *Règles individuelles constantes.* Il s'agit d'une démarche assez proche du modèle initial de Nelson et Winter. Ces modèles considèrent un apprentissage uniquement social, sans que les agents individuels puissent adapter leur comportement à l'évolution de leur milieu.
2. *Apprentissage purement évolutionnaire.* Il s'agit d'une approche dans laquelle on permet aux individus de faire des expériences aléatoires (qui jouent un rôle similaire aux mutations en biologie) qui peuvent conduire à un apprentissage localisé au voisinage des connaissances actuelles de la firme. Cet apprentissage localisé est complété par un apprentissage social qui se base sur l'imitation des comportements des autres firmes (de manière plus ou moins liée à leur succès relatif).
3. *Intelligence artificielle.* Dans cette approche, on s'inspire directement des algorithmes développés en intelligence artificielle : algorithmes génétiques, systèmes classificateurs, réseaux de neurones artificiels, etc. Ici l'objectif n'est pas le réalisme dans la mesure où nous savons de manière assez sûre que les agents réels n'apprennent pas de cette manière. On essaie seulement de représenter, de manière heuristique, le résultat de l'apprentissage des agents par des procédures suffisamment flexibles pour permettre l'émergence des comportements aussi riches que ceux des agents économiques réels (*cf.* Arthur (1991)).

En fait, aucune de ces approches n'est complètement satisfaisante. Nous reviendrons sur les résultats qu'elles génèrent dans la section suivante.

2.3. Analyse évolutionniste entre le réductionnisme et l'holisme

L'approche évolutionniste en économie s'inspire bien sûr de l'évolutionnisme développé en biologie depuis Darwin. Cela pourrait laisser penser qu'il s'agit d'une position épistémologique basée sur un réductionnisme consistant à considérer que les problèmes économiques peuvent être réduits aux concepts et aux mécanismes de la biologie. Il n'en est pas le cas. La vision en termes de systèmes complexes implique nécessairement l'analyse des différents niveaux du système et des connexions qui existent entre eux. Mais, quand on s'intéresse aux phénomènes qui appartiennent à un niveau particulier, on peut isoler leurs interdépendances de même niveau, sans que cela nous conduise à oublier ou à négliger les influences des niveaux inférieurs ou des niveaux supérieurs par rapport à celui qu'on analyse. Quand on s'intéresse à l'évolution industrielle, donc au niveau méso-économique, les déterminants appartenant aux autres niveaux sont abordés comme des données exogènes et ils constituent le « contexte » de l'évolution. Tout en refusant le réductionnisme, cette approche retient néanmoins le principe de décomposabilité du système pendant son analyse. Cela la distingue bien sûr d'un autre type de réductionnisme extrême qui est l'holisme et qui réduit le système uniquement à son niveau le plus global.

2.3.1. Un brin de réductionnisme ?

La connexion de cette approche avec la biologie n'est pas sans causer d'ambiguïtés. Certains auteurs, et non des moindres, soutiennent une analogie relativement forte avec la biologie :

Supporting our analytical emphasis on this sort of evolution by natural selection is a view of “organisational genetics” – the process by which traits of organizations, including those traits underlying the ability to produce output and make profits, are transmitted through time. (Nelson & Winter (1982), p.9)

Ce type d'analogie renforce le réductionnisme et il affaiblit l'apport de Darwin à notre compréhension de la dynamique économique. Nous plaçons ici pour une approche à la fois plus radicale et plus cohérente : plutôt qu'établir une analogie avec la biologie chaque fois qu'on doit faire appel aux concepts darwiniens, les autres sciences, dont l'économie, doivent se baser sur ce qu'il y a d'universel dans les mécanismes mis à jour par Darwin. En effet, comme nous l'avons souligné plus haut, l'évolution résulte de la rencontre d'un mécanisme générateur de diversité et d'un autre de sélection. Cet « algorithme » comme l'appelle Dennett (1996) n'a aucune raison d'être limité à l'univers des espèces biologiques. L'économie évolutionniste est alors « évolutionniste » dans la mesure où elle fait appel à ce type de dynamique, et non parce qu'elle réduit l'économie à la biologie. Une telle vision possède alors l'avantage de libérer l'analyse économique de la tyrannie de l'analogie. Il est néanmoins nécessaire de procéder à une analyse rigoureuse de la génération de la diversité et des niveaux auxquels a lieu la sélection, chaque fois qu'on voudrait mobiliser la dynamique évolutionniste.

2.3.2. Le « contexte » de l'évolution

La dynamique à un niveau donné du système, ou même, à l'intérieur d'un niveau donné, ne peut être totalement découplée du reste du système. Cette propriété est inhérente au fait qu'il s'agit d'un système complexe. Cette constatation est souvent la source d'une autre forme extrême de réductionnisme : celle qui considère que le système est réductible à son niveau le plus élevé et que ses mécanismes de niveaux inférieurs (micro ou méso par exemple) ne possèdent pas de force explicative. C'est la tentation de l'holisme extrême or « *[t]he term 'holism' can only be acceptable if it is defined in a non-reductionist way, accepting the relative autonomy of the parts as well as the wholes* » (Hodgson(1994), p. 250-1).

La reconnaissance de l'autonomie relative des différents niveaux du système permet de les analyser tout en gardant en esprit les interdépendances entre les niveaux et la nécessité d'effectuer une synthèse en vue de comprendre la dynamique globale. C'est ce qu'Auyang (1999) appelle la *microanalyse synthétique*. On peut effectivement isoler les sous-parties du système tout en incluant dans l'analyse ce que l'on appelle la « causalité descendante ». La modélisation de la rationalité limitée des comportements individuels peut parfaitement prendre en compte des normes sociales qui guident les règles de *satisficing* des agents, comme l'idée que l'agent individuel se fait d'une propriété agrégée du système tel le profit moyen dans le secteur. Les modèles évolutionnistes incluent très naturellement des variables appartenant à des niveaux différents pour tenir compte des interdépendances entre les différents niveaux, même si l'on s'intéresse à des mécanismes qui relèvent principalement d'un niveau particulier. Les modèles directement basés sur la dynamique de répllication négligent même le niveau individuel du système pour considérer uniquement la dynamique des populations et l'émergence des propriétés au niveau macro. Dans la tension qui existe, dans les sciences sociales, entre l'individualisme méthodologique et l'holisme intégral, l'approche évolutionniste constitue par conséquent une approche intermédiaire pragmatique qui adopte un niveau d'analyse variable avec les niveaux auxquels appartiennent les phénomènes qu'on analyse.

Nous pouvons maintenant rapidement passer en revue ce que cette approche nous a permis d'apprendre sur la dynamique économique et ses différents niveaux.

3. Leçons de la modélisation évolutionniste

La capacité de l'analyse évolutionniste d'aborder des phénomènes de niveaux différents apparaît clairement dès que l'on considère un sous-ensemble significatif des travaux qui en relèvent. Nous ne disposons pas ici de la place nécessaire pour une présentation complète de tous les résultats de cette littérature considérable. Nous allons par conséquent brièvement exposer ici les apports qui nous paraissent les plus marquants de cette approche. Ces apports couvrent des niveaux économiques allant de la modélisation des comportements individuels jusqu'à la dynamique macroéconomique, en passant par la modélisation de l'émergence et de la dynamique des organisations et celle des industries. La bibliographie qui accompagne ce chapitre a néanmoins été construite de manière à le compléter.

3.1. Apprentissage, émergence, évolution des organisations et des institutions

A un niveau micro-micro, l'approche évolutionniste nous permet d'ouvrir la boîte noire des organisations économiques et de lier leur dynamique globale à celle de leurs composantes. Cela concerne bien sûr l'organisation des firmes mais aussi les conditions de leur émergence, ainsi que les relations qui existent entre la dynamique des organisations et celle des autres institutions qui les entourent.

3.1.1. Compétences et dynamique des organisations

L'analyse évolutionniste des organisations économiques favorise une approche qui met l'accent sur la capacité des organisations à résoudre des problèmes et elle suppose vérifiées les conditions d'une compatibilité minimale des incitations. L'existence d'une pression sélective génère en effet assez naturellement un lien plus ou moins étroit entre les performances et les récompenses dans l'organisation (Dosi et Marengo (1994)). La dynamique de l'organisation est alors déterminée non pas par un alignement des contraintes d'incitation, mais par l'articulation des savoir-faire individuels (*skills*), des routines et des *compétences*. Cette articulation détermine à son tour les *aptitudes (capabilities)* globales de l'organisation. L'ensemble des routines de l'organisation est le lieu où cette articulation se cristallise. Les compétences correspondent à des sous-ensembles d'aptitudes (*cf.* Dosi et al. (2003)) qui, une fois articulés, donnent vie aux aptitudes globales (les compétences commerciales venant compléter les compétences productives pour mettre en place des aptitudes à occuper le marché d'un produit novateur, etc.).

A un niveau relativement agrégé, l'évolution de ces compétences dépend doublement de l'effort d'innovation de la firme. Quand elle investit en R&D, la firme cherche à développer de nouvelles compétences mais cet effort améliore aussi une caractéristique plus structurelle de la firme : sa *capacité d'absorption* (Cohen et Levinthal 1989, 1990) qui correspond à sa capacité à bénéficier de la connaissance développée à l'extérieur de sa structure, par ses concurrents au sein de l'industrie ou par d'autres partenaires comme la recherche publique.

L'ouverture de la *boîte noire* de la firme permet d'affiner considérablement l'analyse des déterminants de la dynamique organisationnelle et du rôle de l'apprentissage, et de ses différentes modalités. L'éclaircissement des différents chaînons de l'articulation que nous venons de considérer nécessite encore beaucoup de travaux empiriques et théoriques. Les différents rôles que jouent les routines (voir ci-dessus et Nelson et Winter (1982)) leur donnent un rôle central dans cette dynamique. Les routines sont non-seulement la cristallisation des savoir-faire individuels, elles sont aussi le lieu où l'apprentissage collectif se réalise, où l'articulation entre l'apprentissage et la gouvernance de l'organisation se met en

œuvre (cf. Coriat et Dosi (1998)). L'évolution de l'organisation correspond à une dynamique continue de cristallisation de nouveaux savoir-faire résultant de la résolution des problèmes, articulée avec une dynamique des structures de gouvernance établissant la trêve sociale nécessaire pour la mise en œuvre de l'ensemble des routines, en vue de mobiliser les aptitudes globales de l'organisation face à la pression sélective de son milieu. Nous pouvons alors aborder plus finement les problèmes de la dynamique industrielle en prenant conscience des complémentarités qui existent entre les différentes dimensions organisationnelles et du rôle fondamental joué par la dépendance au sentier dans cette dynamique.

Il devient alors possible de s'interroger sur la performance et l'émergence des différentes formes organisationnelles.

3.1.2. Apprentissage des agents et émergence des organisations

Le rôle de l'apprentissage étant souvent mis en avant dans la dynamique des organisations, nous allons considérer ici le lien théorique que nous pouvons établir entre cet apprentissage et l'efficacité des formes organisationnelles.

Marengo (1992) développe un modèle computationnel pour analyser l'articulation des processus d'apprentissage des différents membres de l'organisation, sous des hypothèses alternatives concernant les configurations de l'organisation (centralisée *versus* décentralisée) dans la gestion des informations. Par le biais de trois *systèmes classeurs* (cf. Holland et al. (1989)⁶) hiérarchisés (un manager et deux agents de production), Luigi Marengo étudie la capacité des agents à découvrir leur environnement et à coordonner leur action. Il montre que la structure centralisée est relativement efficace dans un environnement totalement stable et dans un environnement purement aléatoire. Des situations intermédiaires d'incertitude peuvent néanmoins lui poser des problèmes de coordination et favoriser plutôt une organisation décentralisée où les agents ont, eux aussi, la possibilité d'observer l'environnement de l'organisation. L'efficacité relative de la hiérarchie pure est étudiée ici dans un cadre assez simple qui ne laisse pas vraiment place à l'émergence de nouvelles formes organisationnelles.

Dupouët et al. (2002) étudie l'émergence des communautés de pratique au sein d'une organisation plate où la communication est possible entre les agents qui doivent faire face à un flux continu de problèmes à résoudre. Dans un modèle computationnel où l'apprentissage des agents est représenté par un système classer pour chaque agent, comme dans Marengo (1992), cet article établit les conditions sous lesquelles le type très particulier d'organisation informelle, qu'on appelle les *Communautés de pratique*⁷, peut se former au sein de l'entreprise. Dupouët et Yildizoglu (2005) poursuit dans cette direction de manière à établir les conditions sous lesquelles une telle structure informelle peut être plus efficace qu'une hiérarchie pure. Les résultats de ce travail montrent le rôle crucial joué par la communication et la spécialisation des agents dans l'émergence et l'efficacité des communautés. Ces communautés sont capables de bâtir des compétences à long terme et elles constituent un mode gouvernance complémentaire à la hiérarchie.

⁶ Les systèmes classeurs sont des algorithmes d'intelligence artificielle manipulant des règles de décision de type : [Si *Condition* alors *Action*]. Pour un exposé rapide, voir Vallée et Yildizoglu (2004) et Yildizoglu (2002).

⁷ Il s'agit des communautés informelles axées sur la production, l'accumulation ou l'échange de connaissances, formée autour d'une pratique particulière.

3.1.3. Rôle et dynamique des institutions

Les modèles évolutionnistes mettent traditionnellement en avant la résolution de problèmes par les agents et l'apprentissage. Quand ces modèles concernent la dynamique industrielle, les innovations technologiques occupent le devant de la scène. Les forces qui conditionnent la génération de ces innovations jouent alors un rôle déterminant dans la dynamique industrielle. Les comportements des firmes (leur stratégie de R&D par exemple) font partie de ces forces mais leur analyse ne peut faire abstraction de l'environnement des firmes comme nous l'avons souligné ci-dessus. Plutôt qu'une causalité linéaire exclusive où l'innovation technologique détermine, sans équivoque, les structures organisationnelles et industrielle, nous devons considérer un processus de co-évolution où l'environnement résulte de cette innovation en même temps qu'il l'oriente et la conditionne. Les institutions de la société constituent une composante fondamentale de cet environnement (cf. Nelson (2002)).

Nous pouvons prendre l'exemple de la norme sociale en vigueur quant à la définition de ce qu'est une « rentabilité satisfaisante » dans une industrie. Cette norme conditionnera bien sûr le comportement des firmes étant donné que leurs réactions à leur environnement pourraient dépendre d'une règle de *satisficing* basée sur cette norme. Mais le résultat de ces comportements (la rentabilité dans l'industrie) va à son tour redéfinir le niveau satisfaisant de rentabilité et donc la norme sociale. On voit clairement dans cet exemple simple que l'évolution de l'industrie ne peut être seulement déduite des comportements individuels des firmes étant donné que ces comportements dépendent de la norme sociale qui appartient au niveau supérieur du système (niveau de l'industrie ou celui de l'économie globale).

La compréhension du rôle que jouent les institutions doit alors tenir compte de leurs conséquences sur les phénomènes microscopiques au niveau des firmes. L'approche par les *Systèmes Nationaux d'Innovation* (cf. Nelson (1993)) met particulièrement l'accent sur le rôle joué par les institutions dans la dynamique technologique au niveau de la nation et, au de-là, dans la dynamique économique. La causalité allant des institutions vers les comportements des agents ne doit être négligée dans la construction des fondements microéconomiques.

De manière symétrique, la compréhension de la dynamique micro-économique peut apporter un éclairage sur l'émergence des institutions. En effet, comme nous l'avons souligné ci-dessus, les routines jouent un rôle multiple au sein des organisations. Elles sont le lieu de cristallisation des connaissances de l'organisation, mais elles donnent aussi forme à la trêve sociale (Nelson & Winter (1982)) qui caractérise la gouvernance de l'organisation et l'articulation des conflits d'intérêt et des incitations (Coriat et Dosi (1998)). Comme le souligne Coriat et Dosi (1998b) :

As we see it, the aggregate functional and institutional regularities (...) could possibly be shown to be emergent properties of underlying, explicitly microfounded, evolutionary models, appropriately enriched in their institutional specifications. (p.15)

Le modèle évolutionniste peut, par exemple, montrer sous quelles conditions d'apprentissage et de sélection une régularité agrégée comme la loi de Kaldor-Verdoorn pourrait émerger en tant que propriété stable de la dynamique économique.

Une vision un peu plus extrême a parfois tendance à réduire les institutions à des « technologies sociales » (cf. Nelson et Sampat (2001) et Nelson (2002)), résultant de même type de processus que les technologies de production mais à un niveau plus élevé dans le système, avec une intégration plus importante avec d'autres dimensions sociales (culturelles, politiques, etc.). Le concept de *paradigme technico-économique* de Freeman et Perez (1988) correspond par exemple à une tentative de ce type qui cherche à étendre le concept de paradigme technologique de Dosi (1982). Malgré l'unification relativement séduisante qu'elle propose pour la dynamique sociale, cette démarche nous paraît être une source potentielle de

confusion, dans la mesure où elle procède par un réductionnisme fort, pouvant conduire à des difficultés dans l'analyse de l'articulation des mécanismes de niveaux différents.

3.2. Innovation technologique et dynamique des industries

A un niveau méso-économique, l'approche évolutionniste mobilise les innovations technologiques comme source principale de la dynamique industrielle. Comme nous l'avons souligné plus haut, l'innovation résulte de l'apprentissage des agents et elle transforme le cadre industriel des firmes par son apparition et sa mise en œuvre. La dynamique de l'ensemble des technologies utilisées par une industrie, celle de la structure de cette industrie et celle de l'organisation des firmes qui la composent sont étroitement liées, de manière à constituer les éléments d'un processus de co-évolution. On peut alors appréhender les états de ce processus dynamiques par le biais des régularités qui caractérisent les différents types structurels de secteurs industrielles.

3.2.1. Apprentissage et dynamique industrielle

L'apprentissage joue un rôle central dans la vision évolutionniste de la dynamique industrielle. La caractérisation des processus d'apprentissage devient alors très importante pour comprendre les relations à l'intérieur des organisations et entre elles. Comme nous allons le considérer plus tard, cela va être déterminant dans la caractérisation des systèmes sectoriels d'innovation et des régimes technologiques. Concernant la modélisation évolutionniste, le choix de la représentation qu'on retient des processus d'apprentissage collectif et individuel devient important. Or, ni les sciences cognitives, ni l'économie et la psychologie expérimentales ne nous fournissent un cadre indiscutable pour cette représentation. Dosi et al. (1999) passe en revue les différentes approches qui sont à notre disposition, leurs avantages et ... leurs limites. En effet, comme nous l'avons discuté plus haut, il n'existe pas une manière unique de représenter l'apprentissage adaptatif des agents à rationalité procédurale.

Yildizoglu (2001, 2001b et 2002) testent la pertinence des différentes approches s'inspirant de l'intelligence artificielle pour la modélisation de l'apprentissage adaptatif dans le cadre d'un modèle industriel simple, basé sur celui de Nelson et Winter (1982, chapitre 12). Au niveau de l'industrie, ces modèles montrent que la prise en compte de l'apprentissage des agents permet d'observer un bien-être social plus important par rapport au modèle de Nelson et Winter. Ainsi, les résultats des modèles sans apprentissage auraient tendance à surestimer la perte d'efficacité statique qu'on attribue généralement à la concentration industrielle plus importante qui résulte de l'innovation. Au niveau des firmes, les résultats de ces modèles montrent clairement l'avantage comparatif qui résulte de l'apprentissage, même dans la vision minimaliste de cet apprentissage qui est considéré dans Yildizoglu (2002), par l'introduction simple des algorithmes génétiques pour représenter l'apprentissage individuel des firmes. Yildizoglu (2001b et 2002) introduisent aussi une certaine capacité des agents à formuler des anticipations adaptatives pour orienter leurs recherches. Dans Yildizoglu (2001b) ces anticipations sont implicites et elles résultent de la capacité de généralisation du système classer utilisé pour représenter le processus d'apprentissage des agents. Yildizoglu (2001) introduit explicitement la formation des anticipations sous la forme d'un *modèle mental* adaptatif représenté par un réseau de neurones artificiels. Les agents explorent alors leur espace de stratégies de R&D grâce à un algorithme génétique guidé par leur modèle mental. Les résultats de ce modèle montrent que cette approche conduit à une représentation assez réaliste du comportement de R&D des firmes, avec une certaine efficacité et stabilité. La prise en compte de la capacité des firmes à former des anticipations conduit à une efficacité

technologique et sociale plus importante. Les modèles évolutionnistes qui ont tendance à négliger cette capacité devraient être conscients de cette limite.

3.2.2. Rôle et déterminants de la diversité technologique

Comme nous l'avons déjà discuté, la diversité est indispensable à la dynamique d'évolution. Or les approches en termes de rationalité substantive admettent assez difficilement une persistance de la diversité du fait de la diffusion supposée des meilleures pratiques (*best practices*). Par ailleurs, l'optimum de Pareto va souvent de pair, dans ces modèles, avec une uniformité des comportements et des technologies (étant donnés les difficultés techniques découlant des équilibres asymétriques et les problèmes de coordination posés par les équilibres multiples). Les modèles évolutionnistes s'intéressent, au contraire, plus particulièrement aux déterminants et aux conséquences de la diversité (cf. Metcalfe (2004)).

Oltra (1997) et Llerena et Oltra (2002) montrent que la diversité des comportements d'innovation des firmes peut conduire à une plus grande efficacité dynamique au niveau de l'industrie. La co-existence de deux types de firmes (correspondant aux deux types de firmes⁸ considérés par Malerba (1992)) conduit à une plus grande diversité des parts de marchés et une plus grande avancée technologique.

Jonard et Yildizoglu (1998 et 1999) étudient les facteurs conditionnant la persistance de la diversité technologique. Jonard et Yildizoglu (1999) développe un modèle évolutionniste de dynamique industrielle intégrant la localisation de l'apprentissage des firmes dans leur réseau social et des externalités de réseau dans l'utilisation, par les firmes, des technologies similaires. Sur la base de tests statistiques non-paramétriques, les résultats du modèle montrent que l'apprentissage localisé favorise effectivement la diversité technologique dans l'industrie. En ce qui concerne les externalités de réseau, les résultats montrent que ce qui détermine leur influence sur la diversité n'est pas leur force absolue, mais la nature des connaissances sur lesquelles elles sont basées : ce qui conduit à l'effet de *lock-in* n'est pas le fait que les externalités soient plus fortes comme le laisserait croire, par exemple, les résultats d'Arthur (1989), mais le fait que les connaissances générées par l'utilisation des technologies soient très spécifiques à chaque technologie : des externalités plus spécifiques, et donc plus faibles en termes absolus, conduisent à une diversité technologique plus faible.

Au de-là de la diversité des comportements et des firmes, l'analyse évolutionniste cherche à caractériser les éléments systématiques qui émergent dans la diversité des systèmes économiques, notamment des secteurs industriels.

3.2.3. Diversité des systèmes sectoriels et des régimes technologiques

La caractérisation de la diversité des secteurs et de ses déterminants apparaît assez tôt comme une des questions centrales de l'analyse évolutionniste. Cette question est formellement abordée dans Winter (1984). Parallèlement, une analyse empirique très détaillée est effectuée au sein de SPRU à Sussex. Les résultats de ce travail extensif sont présentés dans Pavitt (1984). A partir d'une base de données couvrant à peu près 2000 des innovations les plus significatives depuis 1945 en Grande Bretagne, ce travail cherche à souligner les caractéristiques sectorielles du changement technique et fournit une première taxonomie des secteurs de ce point de vue : les secteurs dominés par les offreurs de technologies (l'agriculture) ; les secteurs dominés par une production intensive qui conduit à un progrès technique basé sur la division de travail et la substitution du capital au travail (la manufacture

⁸ Les petites firmes très innovantes et entreprenantes *versus* des grandes firmes basées sur l'accumulation des connaissances et des innovations incrémentales.

de produits standardisés); les secteurs dominés par la science où le progrès technique résulte de la transposition des avancées de la science (la chimie).

Malerba et Orsenigo (1993) proposent d'affiner cette approche en abordant la diversité des régularités des secteurs en favorisant quatre de leurs dimensions : *les opportunités technologiques* qui déterminent le potentiel d'innovation et les résultats de l'activité de R&D des firmes ; *les conditions d'appropriabilité* des innovations qui conditionnent la possibilité de protéger les résultats de l'activité de R&D ; *le caractère cumulatif ou non* du processus d'innovation qui conditionne les dépendances temporelles dans les innovations réalisées, au niveau des firmes, mais aussi au niveau du secteur ; *la base des connaissances* des activités de R&D, selon la nature des connaissances et leurs modes de transmission. Ces quatre dimensions caractérisent conjointement le *régime technologique* en vigueur dans le secteur (ce concept a été introduit par Nelson et Winter). Malerba et Orsenigo (1996) cherche à caractériser les régimes technologiques en vigueur dans les industries européens, à partir de la base de données de l'Office Européen des Brevets (de 1978 à 1991 et pour 6 pays européens). Ils établissent que les secteurs peuvent être classés entre deux régimes. Le premier régime est caractérisé par une concentration faible, une situation relativement équilibrée entre les différentes firmes et des entrants très actifs en termes d'innovation. Le second régime correspond à la situation inverse, avec des firmes dominantes, une hiérarchie stable entre les firmes du secteur et une faible activité des entrants. Les auteurs montrent par la suite que le premier régime caractérise plutôt des secteurs traditionnels, tandis que le second correspond aux secteurs de hautes technologies. Comme le fait apparaître le titre de cet article, la nature du régime dépend alors de la technologie utilisée par le secteur. Un traitement statistique plus approfondi de cette approche, appliqué aux industries néerlandaises pourra être consulté dans Marsili et Verspagen (2002).

Malerba (2002) complète conceptuellement cette approche pour déboucher à ce qu'il appelle « *Systèmes sectoriels d'innovation et de production* » qu'il définit de la manière suivante : « Un Système sectoriel d'innovation et de production correspond à un ensemble de produits établis et neufs, dédiés à une utilisation spécifique, et un ensemble d'acteurs impliqués dans des interactions via le marché et hors du marché, en vue de produire et vendre ces produits. Les systèmes sectoriels possèdent une base de connaissance, des technologies, des facteurs de production et une demande. » (p. 248) La dynamique du système sectoriel provient alors de la co-évolution de ses différentes composantes. L'approche par les régularités sectorielles permet d'aborder des phénomènes qui n'apparaissent pas nécessairement comme des régularités régionales (approche par les *systèmes régionaux ou locaux d'innovation* – cf. Cooke et all. (1997)), ni comme des régularités nationales (approches par les *systèmes nationaux d'innovation* – cf. Nelson (1993)) du fait qu'elles peuvent se situer à l'articulation de ces deux niveaux.

3.3. Dynamique macroéconomique et croissance économique

Dans une vision de l'activité économique où la diversité des agents et leur rationalité limitée occupent un rôle central, la création continue de la richesse implique nécessairement la résolution d'un problème fondamental : la coordination des actions des agents. C'est seulement en adoptant une vision structurelle de la dynamique économique qu'on peut comprendre pourquoi ce problème de coordination ne rend pas impossible toute possibilité de création de richesse. On doit alors voir la croissance non pas comme un phénomène quantitatif, une pure accumulation de richesse, mais comme une transformation structurelle de l'économie, de son intérieur. La prise en compte des contraintes structurelles et de leur transformation est alors nécessaire pour comprendre la dynamique capitaliste.

3.3.1. Croissance et coordination des activités économiques

Si l'on se place dans une économie pure de marché où les décisions des agents se font de manière indépendante et les marchés concurrentiels sont le seul lieu d'articulation de ces décisions, une création continue de richesse implique un alignement continu des actions et des anticipations des agents dans l'économie, de manière à assurer la compatibilité de ces actions. Les modèles néoclassiques de croissance endogène font appel aux prévisions parfaites ou aux anticipations rationnelles pour étudier ce qui pourrait se passer si cet alignement avait déjà eu lieu de manière à assurer le maintien dans le temps de l'équilibre général. Or, la convergence vers l'équilibre et l'alignement des anticipations sont des problèmes difficiles à résoudre si la dynamique doit résulter de la maximisation d'utilité par des agents rationnels. Silverberg & Yildizoglu (2002) démontrent ainsi que des agents hétérogènes, avec une rationalité limitée ont beaucoup de mal à résoudre ce type de problèmes dans une version évolutionniste du modèle d'Aghion et Howitt (1992). La difficulté de la coordination fragilise alors considérablement les mécanismes de la croissance mis en avant dans ce modèle. Les modèles évolutionnistes de croissance ont par conséquent raison d'adopter une approche plus proche de Schumpeter (1935/1999) où la stabilité des comportements routiniers des agents, plutôt que leur capacité à calculer et à anticiper l'équilibre général du système, est la source de la stabilité économique.

3.3.2. Apports des modèles évolutionnistes

L'approche évolutionniste apporte à la modélisation de la croissance la prise en compte explicite de la diversité de la situation des agents (abordée grâce à la dynamique de la population au lieu de l'agent représentatif – Kirman, 1992) et de l'évolution de cette diversité. Le rôle des problèmes de coordination, de l'apprentissage et de la dépendance au sentier apparaît alors très clairement. La croissance ne peut être vue comme une convergence vers un état régulier, mais comme la transformation structurelle des sociétés, impliquant une articulation spécifique des forces économiques avec le cadre institutionnel et la dynamique technologique. Même dans une vision partielle, ce qui détermine la dynamique du système est l'articulation de ses divers éléments : l'évolution des parts de marchés des firmes dans les industries, du fait des forces de concurrence ; celle des parts des différents secteurs dans l'utilisation de la main d'œuvre et l'attraction du capital ; celle des compétences dont certaines deviennent obsolètes du fait des innovations radicales, tandis que de nouvelles compétences deviennent essentielles. On retrouve la co-évolution comme mécanisme principal de cette dynamique, celle d'un système complexe adaptatif. Les rythmes différenciés des acteurs de cette co-évolution peuvent imprimer une dynamique riche à l'économie mondiale, avec des périodes de croissance fortes et des périodes de ralentissement, des périodes de convergence au sein des régions du Monde, des périodes de divergence forte à l'intérieur de ces régions et entre les régions (Fagerberg et Verspagen, 2002).

Silverberg & Verspagen (2005) passe en revue certains des modèles évolutionnistes de la croissance. Ce travail fait clairement apparaître le rôle qui doit être joué par la diversité et la sélection dans la dynamique macro-économique. Cet article montre que malgré la difficulté que nous éprouvons pour analyser cette dynamique dépendante au sentier - et donc nécessairement contingente- et pour en prévoir les résultats, les modèles évolutionnistes font apparaître que certaines « histoires » sont plus vraisemblables que d'autres, que certaines propriétés du système émergent de manière systématique (les lois de puissance du type Pareto-Zipf pour la distribution des variables clés comme la valeur des innovations, par exemple). Les régularités émergent non pas parce que le système a convergé vers un état régulier, mais parce que son évolution permanente génère ces régularités.

Cette vision de la dynamique économique contient ses propres limites. En effet, plus le niveau d'analyse est élevé et agrégé, plus la dimension sociale devient riche et plus l'interdépendance entre les différentes sphères de la Société devient serrée et déterminante pour cette dynamique. Pour obtenir l'équivalent d'une problématique classique, comme celle que se sont donnée Adam Smith ou Karl Marx, il faut compléter cette approche par l'analyse de la dynamique des autres sphères telles le cadre institutionnel et culturel ou l'état des rapports de forces en Société.

Conclusions et ouvertures

Ce travail ne donne qu'un aperçu assez général et incomplet du développement considérable dont a bénéficié l'approche évolutionniste en économie, depuis les années 1970, suite aux travaux fondateurs de Richard Nelson et de Sidney Winter. Cette approche a investi la quasi-totalité des problématiques économiques, avec un ensemble très large de travaux empiriques et de constructions de théories appréciatives. La modélisation reste encore principalement cantonnée à l'analyse de la dynamique industrielle même si l'analyse des niveaux plus micro et plus macro commencent à être approfondie.

L'approche évolutionniste enrichit considérablement notre vision de la dynamique économique et elle en souligne les mécanismes importants. Mais elle souffre aussi encore d'un certain nombre d'insuffisances. La modélisation de la demande des consommateurs reste encore assez mécanique et peu satisfaisante. Le modèle stylisé multi-sectoriels et multi-pays de l'économie mondiale reste à construire. Les modèles macroéconomiques évolutionnistes restent encore trop simples pour aborder de manière convaincante des problèmes économiques fondamentaux comme le sous-emploi et la convergence internationale. Même au niveau empirique, plusieurs défis attendent cette approche : les deux plus urgents à relever sont probablement la construction des bases de données fiables pour l'innovation, de manière à dépasser les limites des données de brevet, et l'observation rapprochée et systématique des comportements à rationalité limitée au sein des organisations économiques et la caractérisation empirique de ces comportements. Chaque fois que des efforts ont été dépensés dans ces directions, ils ont été très payants même s'il reste encore beaucoup à faire.

Le lecteur désirant approfondir les points exposés dans ce chapitre pourrait consulter d'autres survols de littérature comme Dosi (1988), Nelson (1995) ou Dosi et Nelson (2010). Des articles développant les différents points abordés dans ce chapitre peuvent être consultés dans des revues spécialisées comme *Journal of Evolutionary Economics*, *Research Policy*, *Industrial and Corporate Change*, ainsi que dans des revues plus généralistes comme *Economic Journal* et *Journal of Economic Behavior and Organization*.

Références

- Aghion, P. et Howitt, P. A (1992) Model of Growth Through Creative Destruction, *Econometrica*, 60, 323-351.
- Alchian, A.A. (1950/1993). Uncertainty, Evolution, and Economic Theory, in U. Witt (Ed.), *Evolutionary Economics* (pp. 65 - 75), Hants:Edward Elgar Publishing.
- Andersen, E.S. (1994) *Evolutionary Economics*, Pinter Publishers.
- Arthur, W. B. (1989) Competing Technologies, Increasing Returns and Lock-in by Small Historical Events, *The Economic Journal*, 99 , 116-131.
- Arthur, W.B. (1991) Designing Economic Agents That Act Like Human Agents: A Behavioral Approach to Bounded Rationality, *American Economic Review*, Papers and Proceedings, 81 , 353-359.

- Arthur, W. B. and Durlauf, S. and Lane, D. A. (1997) *The Economy as an Evolving Complex System II* Addison-Wesley, 1997.
- Auyang, S. Y. (1999) *Foundations of Complex-System Theories in Economics, Evolutionary Biology and Statistical Physics*, Cambridge University Press.
- Chiaromonte, F. and Dosi, G. (1993) Heterogeneity, Competition, and Macroeconomic Dynamics. *Structural Change and Economic Dynamics*, **4**, 39 - 63.
- Cohen, M. D., Bacdayan, P. (1994) Organizational Routines Are Stored as Procedural Memory: Evidence from a Laboratory Study, *Organization Science*, **5**, 554-568.
- Cohen, M.D., Burkhart, R., Dosi, G., Egidi, M., Marengo, L., Warglien, M. and Winter, S. (1996) Routines and other recurring action patterns of organizations: contemporary research issues. *Industrial and Corporate Change*, **5**, 653 - 698.
- Cohen, W.W., Levinthal D.A. (1989) Innovation and Learning: The Two Faces of R&D, *Economic Journal*, **99** , 569-596.
- Cohen, W. W, Levinthal, D. (1990) Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, *Administrative Science Quarterly*, **35** , 128-152
- Conlisk, J. (1996) Why bounded rationality. *Journal of Economic Literature*, **34**, 668-701.
- Cooke, P., Uranga, M.G. et Etxebarria, G. (1997) Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions, *Research Policy*, **26** , 475-493.
- Coriat, B. et Dosi, G. (1998) Learning How to Govern and How to Solve Problems: On the Co-evolution of Competences, Conflicts and Organizational Routines in Chandler, A.D.J.; Hagstrom, P. & Sölvell, Ö. (ed.), *The Dynamic Firm: The Role of Technology, Strategy, Organization and Regions*, Oxford University Press, 1998 , 103-33
- Coriat, B. et Dosi, G. (1998b) The institutional Embeddedness of Economic Change: An Appraisal of the "Evolutionary" and "Regulationist" Research Programmes, in Nielsen, Klaus and Johnson, Björn (éds), *Institutions and Economic Change: New Perspectives on Markets, Firms and Technology*, Edward Elgar Publishing.
- Darwin, C. (1859/1998). *The Origin of Species*. Hertfordshire: Wordworth Editions.
- David, P.A. (1985) Clio and the Economics of QWERTY. *American Economic Review*, **75**, 323 - 337.
- David, P. A. (2001) Path dependence, its critics and the quest for 'historical economics', in A. Garrouste, P. and Ioannides, S (ed.) *Evolution and Path Dependence in Economic Ideas*, Edward Elgar, 2001.
- Dennett, D.C. (1996). *Darwin's Dangerous Idea*. New York: Touchstone Books (Simon and Schuster).
- Dosi, G. (1982) Technological paradigms and technological trajectories, *Research Policy*, **11** , 147-162.
- Dosi, G. (1988) Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation, *Journal of Economic Literature*, **26**, 1120-1171.
- Dosi, G., Faggiolo, G. et Marengo, L. (2005). Learning in Evolutionary Environments. In K. Dopfer (Ed.), *Evolutionary Foundations of Economics* Cambridge:Cambridge University Press.
- Dosi, G., Faillo M., Marengo L. (2003) Organizational Capabilities, Patterns of Knowledge Accumulation and Governance Structures in Business Firms. An Introduction, Working Paper 2003/11, Laboratory of Economics and Management, Sant'Anna School of Advanced Studies.
- Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. et Soete, L. (1988). *Technical change and Economic Theory*. London and New York: Pinter Publishers.
- Dosi G. et Marengo L. (1994), Some Elements of an Evolutionary Theory of Organizational Competences, in England R.W. (éd), *Evolutionary Concepts in Contemporary Economics*, Michigan University Press.

- Dosi, G., Marengo, L., Bassani, A. and Valente, M. (1999) Norms as Emergent Properties of Adaptive Learning: The Case of Economic Routines. *Journal of Evolutionary Economics*, **9**, 5-26.
- Dosi, G. et Nelson, R.R. (1994) An introduction to evolutionary theories in economics. *Journal of Evolutionary Economics*, **4**, 153 - 172.
- Dosi, G. et Nelson, R.R. (2010) Technical Change and Industrial Dynamics as Evolutionary Processes, in B. Hall and N. Rosenberg eds., *Handbook of Innovation*, North Holland.
- Dupouët, O., Yildizoglu, M. and Cohendet, P. (2002) Morphogenèse Des Communautés de Pratique. *Revue d'Economie Industrielle*, **103**, 91-110.
- Dupouët, O. et Yildizoglu, M. (2006) Organizational performance in hierarchies and communities of practice. *Journal of Economic Behaviour and Organization*, **61**, 668–690.
- Durand, R. (2001) Firm Selection: An Integrative Perspective, *Organization Studies*, **22** , 393-417.
- Ege, R. (1993) Lamarck et l'analogie biologique en économie. *Revue Internationale de Systémique*, **7(5)**, 471 - 486.
- Fagerberg, J. (2003) Schumpeter and the revival of evolutionary economics: an appraisal of the literature. *Journal of Evolutionary Economics*, **13**, 125 - 159.
- Fagerberg, J., B. Verspagen (2002) Technology-gaps, innovation-diffusion and transformation: an evolutionary interpretation, *Research Policy*, **31** , 1291–1304.
- Fisher, R.A. (1930). *The Genetical Theory of Natural Selection*. Oxford: Clarendon Press.
- Foray, D. (1991) Dynamique Economique et Nouvelles Exigences de l'Investigation Historique : « learning to love multiple equilibria », *Revue Economique*, 301-311.
- Foray, D. (1997) The dynamic implications of increasing returns: Technological change and path dependent inefficiency. *International Journal of Industrial Organization*, **15(6)**, 733 - 752.
- Freeman, C., Perez, C. (1988) Structural crises of adjustment, business cycles, and investment behavior, in: Dosi et al. (Eds.), *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Press, London.
- Friedman, M. (1953) The methodology of positive economics, in: M. Friedman, *Essays in positive economics*, University of Chicago Press, Chicago.
- Gell-Mann, Murray (1997) *Le quark et le jaguar*, Champs, Flammarion, Paris.
- Hodgson, G.M. (1994). *Economics and Evolution*. Cambridge: UK: Polity Press.
- Holland, J.H. (1992). *Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Holland, J. H. (1995) *Hidden Order, How Adaptation Builds Complexity*, Addison-Wesley.
- Holland, J.H., Holyoak, K.J. et Thagard, P.R. (1989). *Induction. Processes of Inference, Learning, and Discovery*. Cambridge:MA: MIT Press.
- Holland, J. et Miller, J.H. (1991) Artificial Adaptive Agents in Economic Theory. *American Economic Review Papers and Proceedings*, **81**, 363 - 370.
- Iwai, K. (1984) Schumpeterian Dynamics I: Technological Progress, Firm Growth and Economic Selection. *Journal of Economic Behavior and Organization*, **5**, 321 - 51.
- Iwai, K. (1984b) Schumpeterian Dynamics, Part II: Technological Progress, Firm Growth and Economic Selection. *Journal of Economic Behavior and Organization*, **5**, 321 - 351.
- Jonard, N. et Yildizoglu, M. (1998) Technological Diversity in an Evolutionary Industry Model with Localized Learning and Network Externalities. *Structural Change and Economic Dynamics*, **9(1)**, 35 - 55.
- Jonard, N. et Yildizoglu, M. (1999). *Sources of Technological Diversity*. Paris: Cahiers de l'innovation, no.99030, CNRS, <http://yildizoglu.u-bordeaux4.fr/>.

- Kirman, A. (1992) Whom and What Does the Representative Individual Represent? *Journal of Economic Perspectives*, **6**, 117 - 136.
- Knudsen, T. (2002), Economic Selection Theory, *Journal of Evolutionary Economics*, **12** , 443-470.
- Lane, D. (1993) Artificial Worlds and Economics. Parts 1 and 2. *Journal of Evolutionary Economics*, **3**, 89 - 108.
- Laville, F. (1998) Modélisation de la rationalité limitée : de quels outils dispose-t-on? *Revue économique*, **49**, 335-365.
- Lewin, A. Y. et Volderba, H. W. (1999) Prolegomena on Coevolution: A Framework for Research on Strategy and New Organizational Forms, *Organization Science*, **10** , 519-534.
- Llerena, P. et Oltra V. (2002) Diversity of Innovative Strategy as a Source of Technological Performance, *Structural Change and Economic Dynamics*, **13**, 179-201.
- Malerba, F. (1992) Learning by firms and incremental technical change, *Economic Journal*, **102** , 845-859.
- Malerba, F. (2002) Sectoral systems of innovation and production, *Research Policy* , **31** , 247-264.
- Malerba, F. et Orsenigo, L. (1993) Technological Regimes and Firm Behaviour, *Industrial and Corporate Change*, **2** , 45-71.
- Malerba, F. et Orsenigo, L. (1996) Schumpeterian Patterns of Innovation are technology-specific, *Research Policy*, **25** , 451-478.
- Malerba, F., L. Orsenigo (1997) Technological regimes and sectoral patterns of innovative activities, *Industrial and Corporate Change*, **6** , 83-117.
- Marengo, L. (1992) Coordination and Organizational Learning in the Firm. *Journal of Evolutionary Economics*, **2**, 313 - 326.
- Marsili, O. et Verspagen, B. (2002) Technology and the Dynamics of Industrial Structures: An Empirical Mapping of Dutch Manufacturing, *Industrial and Corporate Change*, **11** , 791-815.
- Metcalf, J. (1992) Variety, Structure and Change: An Evolutionary Perspective on the Competitive Process. *Revue d'Economie Industrielle*, 46 - 62.
- Metcalf, S. (2001) Restless capitalism: Increasing Returns and Growth in Enterprise Economies, Bartzokas, A. (ed.), *Industrial Structure and Innovation Dynamics*, Edward Elgar.
- Metcalf, J.S. (2004). *Evolutionary Economics and Creative Destruction*. London: Routledge.
- Nelson, R. (1993) *National Innovation Systems: A Comparative Study*, Oxford University Press.
- Nelson, R.R. (1995) Recent Evolutionary Theorizing About Economic Change. *Journal of Economic Literature*, **33**, 48 - 90.
- Nelson, R.R. (1996) *The Sources of Economic Growth*, Harvard University Press.
- Nelson, R.R. (2002) Bringing institutions into evolutionary growth theory. *Journal of Evolutionary Economics*, **12**, 17 - 28.
- Nelson, R.R. et Bhaven N. Sampat (2001) Making sense of institutions as a factor shaping economic performance, *Journal of Economic Behavior and Organization*, **44**, 31-54.
- Nelson, R.R. and Winter, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. London: The Belknap Press of Harvard University.
- Oltra, V. (1997) *Politiques technologiques et dynamique industrielle*, Thèse de Doctorat de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg.
- Pavitt, K. (1984) Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a taxonomy and a Theory, *Research Policy*, **13**, 343-373.

- Saint-Jean, M. (2002) Emergence et diffusion des technologies propres dans le cadre de relations verticales interfirmes, Thèse de doctorat en sciences économiques, Université Montesquieu Bordeaux IV.
- Saviotti, P.P. (1996) *Technological Evolution, Variety and the Economy* Edward Elgar, Cheltenham UK.
- Schumpeter, J.A. (1935/1999) *Théorie de l'évolution économique. Recherches sur le profit, le crédit, l'intérêt et le cycle de la conjoncture*. Paris: Dalloz.
- Schumpeter, J.A. (1987). *Capitalism, Socialism and Democracy*. London: Unwin.
- Silverberg, G. (1988). Modelling Economic Dynamics and Technical Change: Mathematical Approaches to Self-Organisation and Evolution. In G. Dosi (Ed.), *Technical Change and Economic Theory* London and New York: Pinter Publishers.
- Silverberg, G., Dosi, G. et Orsenigo, L. (1988) Innovation, Diversity and Diffusion: a Self-Organization Model. *Economic Journal*, **98**, 1032 - 1054.
- Silverberg, G. et Verspagen, B. (2005) *Evolutionary Theorizing on Economic Growth*, Dopfer, K. (ed.) *The Evolutionary Foundations of Economics*, Cambridge University Press.
- Silverberg, G. et Yildizoglu, M. (2002) An Evolutionary Interpretation of the Aghion et Howitt (1992) Model, Université Montesquieu Bordeaux IV, *Working Papers of E3i*, <http://beagle.u-bordeaux4.fr/ifrede/e3i/publications/WP/article.php3?SELECTWP=2002-3>.
- Simon, H.A. (1955) A Behavioral Model of Rational Choice. *Quarterly Journal of Economics*, **69**, 99 - 118.
- Simon, H.A. (1972). Theories of Bounded Rationality. In Radner, C. B. and Radner, R. (Ed.), *Decision and Organization* (pp. 161 - 176). Amsterdam: North-Holland.
- Simon, H.A. (1976). From Substantial to Procedural Rationality. In Latsis, S. J. (Ed.), *Method and Appraisal in Economics* (pp. 129 - 148). Cambridge: Cambridge University Press.
- Simon, H.A. (1978) Rationality as Process and as Product of Thought. *American Economic Review*, **68(2)**, 1 - 16.
- Simon, H.A. (1982). *Models of Bounded Rationality*. Cambridge: MA: The MIT Press.
- Simon, H. A. (2004) *Les sciences de l'artificiel*, Gallimard, Folio-Essais.
- Sober, E. (1993). *The Nature of Selection*. Chicago and London: University of Chicago Press.
- Teece, D. J., Rumelt R., Dosi G., Winter S. (1994) Understanding Corporate Coherence: Theory and Evidence, *Journal of Economic Behaviour and Organization*, 1994 , **23** , 1-30.
- Vallée, T. et Yildizoglu, M. (2004) Présentation des algorithmes génétiques et de leurs applications en économie. *Revue d'Economie Politique*, **114**, 711-745.
- Vallée, T. et Yildizoglu M. (2006) Social and Technological Efficiency of Patent Systems, *Journal of Evolutionary Economics*, **16**, 189-206.
- Winter, S. (1984) Schumpeterian Competition in Alternative Technological Regimes. *Journal of Economic Behavior and Organization*, **5**, 287 - 320.
- Witt, U. (2003) Economic Policy Making in Evolutionary Perspective. *Journal of Evolutionary Economics*, **13**, 7794.
- Witt, U. (2003). *The Evolving Economy*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Yildizoglu, M. (2001) Connecting Adaptive Behaviour and Expectations in Models of Innovation: The Potential Role of Artificial Neural Networks. *European Journal of Economics and Social Systems*, **15**, 203 - 220.
- Yildizoglu M. (2001b) Modeling Adaptive Learning: R&D Strategies in the Model of Nelson & Winter (1982), Working Papers of E3i, 2001-1.
- Yildizoglu, M. (2002) Competing R&D Strategies in an Evolutionary Industry Model. *Computational Economics*, **19**, 52 - 65.
- Zuscovitch, E. (1984) *Une approche méso-économique du progrès technique*, Université Louis Pasteur, Strasbourg.

Cahiers du GREThA
Working papers of GREThA

GREThA UMR CNRS 5113

Université Montesquieu Bordeaux IV
Avenue Léon Duguit
33608 PESSAC - FRANCE
Tel : +33 (0)5.56.84.25.75
Fax : +33 (0)5.56.84.86.47

www.gretha.fr

Cahiers du GREThA (derniers numéros)

- 2008-27 : MAROUANE Alaya, NICET-CHENAF Dalila, ROUGIER Eric, *The law of growth and attraction: an endogenous model of absorptive capacities, FDI and income for MENA countries*
- 2008-28 : OLTRA Vanessa, *Environmental innovation and industrial dynamics: the contributions of evolutionary economics*
- 2009-01 : MONTALBAN Matthieu, *L'influence de la financiarisation sur les modèles productifs dans l'industrie pharmaceutique : domination et contradictions de la conception du contrôle blockbuster*
- 2009-02 : CARAYOL Nicolas, LAHATTE Agenor, *Dominance relations and universities ranking*
- 2009-03 : PETIT Emmanuel, *Emotions et décision économique dans le jeu de l'ultimatum*
- 2009-04 : BLANCHETON Bertrand, JEGOUREL Yves, *Les fonds souverains : un nouveau mode de régulation du capitalisme financier ?*
- 2009-05 : OLTRA Vanessa, KEMP René, DE VRIES Frans P., *Patents as a Measure for Eco-Innovation*
- 2009-06 : MOYES Patrick, *Mesurer les inégalités économiques*
- 2009-07 : CARAYOL Nicolas, CASSI Lorenzo, *Who's Who in Patents. A Bayesian approach*
- 2009-08 : FRIGANT Vincent, *La chaîne de valeur de l'industrie automobile est-elle soluble dans des pratiques socialement responsables ?*
- 2009-09 : ROUILLON Sébastien, *Un nouveau mécanisme décentralisant les équilibres de Lindahl*
- 2009-10 : PETIT Emmanuel, *Does indignation lead to generosity? An experimental investigation*
- 2009-11 : KECHIDI Med, TALBOT Damien, *Réseau de proximité et gestion des interactions techniques et organisationnelles : les firmes pivots de l'aéronautique*
- 2009-12 : DOUAI Ali, MONTALBAN Matthieu, *Institutions and the environment: the case for a historical political economy*
- 2009-13 : NICET-CHENAF Dalila, ROUGIER Eric, *FDI and growth: A new look at a still puzzling issue*
- 2009-14 : NICET-CHENAF Dalila, ROUGIER Eric, *Human capital and structural change: how do they interact with each other in growth?*
- 2009-15 : DOYEN Luc, PERREAU Jean-Christophe, *Sustainable coalitions in the commons*
- 2009-16 : Murat YILDIZOGLU, *Approche évolutionniste de la dynamique économique*