



Changement technique et espaces

Olivier Bouba-Olga

► To cite this version:

Olivier Bouba-Olga. Changement technique et espaces. Economies et finances. Université de Poitiers, 1999. Français. $\langle$ NNT : $\rangle$. $\langle$ tel-00632822 $\rangle$

HAL Id: tel-00632822

<https://theses.hal.science/tel-00632822v1>

Submitted on 16 Oct 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

UNIVERSITE DE POITIERS
Faculté de Sciences Economiques

Changement technique et espaces

Thèse de Doctorat ès Sciences Economiques

présentée par

Olivier BOUBA-OLGA

Le 13 janvier 1999

Membres du jury :

Bernard GUESNIER, Professeur à l'Université de Poitiers, Directeur

Jean BOURLES, Commission des Communautés Européennes (DG XII)

Philippe MOATI, Professeur à l'Université de Paris VII - Jussieu

Bernard PAULRE, Professeur à l'Université de Paris I - Sorbonne, Rapporteur

Alain RALLET, Professeur à l'Université de Paris IX - Dauphine, Rapporteur

Résumé

Notre recherche consiste en l'analyse des rapports entre le changement technique et l'évolution des performances des espaces. Nous montrons d'abord les limites des principales théories de la croissance : l'opposition entre une 'école' de la convergence et une 'école' de la divergence ne permet pas de rendre compte de manière satisfaisante de la diversité spatiale et surtout temporelle (existence de processus de retournement) des évolutions. Nous montrons que ces limites résultent essentiellement d'une conceptualisation insatisfaisante du changement technique.

Nous élaborons ensuite un schéma explicatif alternatif qui s'appuie sur la théorie évolutionniste du changement technique et sur les approches en termes de compétences. Nous montrons comment sont définies et comment évoluent les limites horizontales (logique de diversification) et verticales (logique de division du travail) des entreprises, pour en dégager des implications importantes sur l'évolution des industries.

Sur la base de ce schéma, nous procédons, dans un premier temps, à l'élaboration d'un modèle évolutionniste spatialisé qui permet de rendre compte de la diversité des évolutions possibles, et d'avancer des éléments d'explication du retournement spatial, en termes de rupture technologique et de diversification cohérente. Dans un deuxième temps, nous montrons que la logique d'évolution des compétences induit des formes nouvelles de division du travail, qui entretiennent des rapports variés et évolutifs à l'espace. Nous distinguons notamment deux logiques de localisation (logique de proximité *versus* logique de densité) qui dépendent des besoins et des modes de coordination des activités.

Mots Clés

Changement technique, Espaces, Compétences, Coordination, Evolutionnisme

Remerciements

Je souhaite d'abord exprimer ma plus vive reconnaissance au Professeur Bernard Guesnier qui, depuis mon mémoire de maîtrise, a toujours su me guider, sans jamais me contraindre, dans mes travaux de recherche. Je remercie également Pascal Chauchefoin, pour l'intérêt qu'il a porté à mon travail, le temps qu'il m'a consacré, et ses nombreux et précieux conseils. Mes remerciements vont aussi au Professeur Philippe Moati, pour ses critiques enrichissantes, et dont les travaux m'ont profondément influencé.

Je remercie encore toutes les personnes de l'IERȘ, dont j'ai pu apprécier la diversité des compétences ; les membres du GRIEF, pour leur aide et l'attention qu'ils ont porté à mon travail ; Régis Bigot et Olivier Coutard, pour tous leurs conseils. Je remercie encore le Conseil Régional du Poitou-Charentes, pour le financement accordé à mes travaux de recherche.

Merci enfin, et surtout, à Virginie, Solène et, depuis peu, Juliette, de m'avoir supporté, dans tous les sens du terme, pendant toutes ces années.

Sommaire

RESUME.....	2
REMERCIEMENTS	3
SOMMAIRE.....	4
<i>INTRODUCTION</i>	5
<i>PREMIERE PARTIE CONVERGENCE VERSUS DIVERGENCE : UNE ALTERNATIVE NON PERTINENTE</i>	21
<i>CHAPITRE UN. L'EVOLUTION DES PERFORMANCES DES ESPACES</i>	23
<i>CHAPITRE DEUX. LES INSUFFISANCES DES THEORIES DE LA CROISSANCE</i>	66
<i>DEUXIEME PARTIE UNE ANALYSE EVOLUTIONNISTE DES DYNAMIQUES SPATIALES</i>	111
<i>CHAPITRE TROIS. LA LOGIQUE D'EVOLUTION DES COMPETENCES</i>	113
<i>CHAPITRE QUATRE. L'EVOLUTION DE LA COMPETITIVITE DES ESPACES</i>	155
<i>CHAPITRE CINQ. L'EVOLUTION DES ESPACES DE LA COMPETITIVITE</i>	207
<i>CONCLUSION</i>	232
ANNEXE. PROGRAMMATION DES MODELES EVOLUTIONNISTES	241
BIBLIOGRAPHIE	258
INDEX DES AUTEURS CITES	284
LISTE DES FIGURES	287
LISTE DES GRAPHIQUES	288
LISTE DES TABLEAUX	289
TABLE DES MATIERES	290

Introduction

En 1991, les régions les plus ‘riches’ des pays de la Communauté Européenne sont le Groningue et le Land de Hambourg, et les régions les plus pauvres sont la Calabre et l’Estrémadure¹. Le PIB par habitant de la région de Hambourg est le triple de celui de la Calabre, ce qui correspond à l’écart entre un pays développé comme l’Allemagne et un pays en voie de développement comme le Costa Rica ou l’Afrique du Sud (J. Fagerberg & B. Verspagen [1995]).

Le constat de l’ampleur de ces disparités spatiales, qui sont encore plus marquées à l’échelle internationale, justifie à lui seul l’analyse de leur formation et de leur évolution.

Comment évoluent les disparités spatiales ? Les premiers travaux ont tenté de repérer l’existence d’un processus global de convergence. Devant l’absence d’un tel processus, les économistes ont restreint leur analyse à des sous-ensembles homogènes de pays ou régions², et testé l’hypothèse de convergence au sein de ces « clubs ». Cette méthode permet de s’extraire de l’opposition manichéenne entre convergence et divergence, au profit de l’hypothèse d’une coexistence des deux processus, la convergence étant localisée au sein des clubs, la divergence prévalant entre les clubs. Elle offre notamment une description robuste —sans que ceci ne préjuge de la pertinence des explications avancées— de la coexistence du processus de convergence au sein des pays de l’OCDE des années 50 aux années 80, et de la divergence entre ce club de pays et l’ensemble des pays les moins développés.

Une telle méthode ne rend cependant pas compte de l’ensemble des évolutions possibles, car elle ne permet pas d’appréhender l’éventuelle succession de phases de convergence et de phases de divergence, autrement dit la possibilité d’un retournement. En effet, le processus de convergence n’est pas seulement localisé dans l’espace, il est éga-

¹ J. Labasse [1994], p. 24-25.

² La définition de ces sous-ensembles, et de ce que l’on entend par « homogènes », n’est pas sans poser problème. Nous reviendrons sur ce point ultérieurement.

lement, dans certains cas, localisé dans le temps, la diversité temporelle se combinant à la diversité spatiale des évolutions.

Le retournement est pourtant un processus essentiel de l'évolution des disparités. Il correspond d'abord à une mobilité des économies d'un club à l'autre. C'est ainsi, par exemple, que des pays comme Singapour ou la Corée du Sud, après s'être éloignés du groupe des pays développés, convergent rapidement vers ce groupe. A l'inverse, certains pays d'Amérique du Sud comme le Venezuela, qui semblaient faire partie du club de convergence des pays développés, divergent fortement de ce groupe.

Mais plus encore, le retournement peut impliquer, à terme, le dépassement d'un espace plus performant par un espace moins performant. L'un des exemples le plus courant est bien sûr celui du Royaume-Uni et des États-Unis : les États-Unis ont progressivement rattrapé le leader mondial de l'époque, pour le dépasser à la fin du 19^{ème} siècle, et renforcer leur avantage jusqu'au milieu du 20^{ème} siècle. On a ensuite assisté à un nouveau retournement, les performances des autres pays développés se rapprochant des performances du leader américain des années 50 à la fin des années 70, certains prédisant le dépassement du leader américain par le Japon. On retrouve des évolutions proches à l'échelon infra-national, certaines des régions les premières touchées par la révolution industrielle, et figurant parmi les plus riches au monde, ayant vu leurs performances relatives décliner, pour se faire dépasser ensuite par des régions initialement moins performantes³. De la même manière, des analyses désagrégées montrent que les États-Unis, qui, dans les années 60, étaient les plus performants dans la quasi-totalité des secteurs, se sont fait dépasser dans différentes industries, le leadership étant maintenant partagé par un nombre croissant d'économies développées (D. Dollar & E. Wolff [1988, 1994]).

L'explication essentielle de la difficulté d'analyse du retournement, et plus généralement de la diversité d'ensemble des évolutions, tient sans doute à la nécessité de dépasser l'opposition entre convergence et divergence, qui a structuré nombre des travaux théoriques et empiriques sur la croissance relative des espaces. L'analyse en termes de clubs de convergence a certes atténué l'opposition, mais elle n'enlève rien au caractère déterministe des évolutions, qui sont simplement circonscrites à des sous-ensembles

³ C'est le cas, par exemple, des régions britanniques de Manchester, Glasgow ou Liverpool, ou encore

d'économies. Pourtant, la succession et la coexistence de phases de convergence et de phases de divergence montrent que la diversité est sans conteste le terme qui qualifie le mieux l'évolution des disparités spatiales. Comprendre cette diversité *dans son ensemble* est l'objectif principal de notre travail de recherche.

Parce que le revenu découle de la productivité de l'utilisation des ressources, l'évolution du niveau de vie des habitants d'un pays dépend en première instance de l'évolution du niveau de productivité (M. Porter [1993]), mesurée par un indice du produit par unité d'input(s).

Le produit dépend, à chaque moment du temps, de l'offre des facteurs de production et de la technologie, définie dans le sens volontairement large d'ensemble des connaissances applicables au processus de production (P. Romer [1990], G. Mankiw [1998]). Les *déterminants immédiats* de la croissance économique (M. Abramovitz [1952], définie par F. Perroux [1991] comme « l'augmentation soutenue pendant une ou plusieurs périodes longues (...) d'un indicateur de dimension ; pour la nation : le produit global brut ou net en termes réels » (p. 763), sont donc l'accroissement du volume des facteurs de production (logique quantitative d'accumulation) et l'accroissement des connaissances applicables (logique qualitative de changement technique).

Les deux faits essentiels, largement connus, et dont la comptabilité de la croissance apporte sans doute la démonstration la plus rigoureuse (bien que reposant sur des hypothèses contestables), sont, d'une part, que la croissance économique est un phénomène durable « dont la tendance séculaire au déclin serait exclue » (R. Barro & X. Sala i Martin [1996], p. 6) et, d'autre part, que le changement technique est la source essentielle de la croissance économique. Au regard de ces faits, une explication pertinente de l'évolution des disparités spatiales passe donc d'abord par l'élaboration d'une théorie de la croissance qui inclut en son cœur une théorie du changement technique.

Une revue des théories principales de la croissance économique montre que les tentatives les plus abouties relèvent de certains modèles des nouvelles théories de la crois-

sance (P. Romer [1990], P. Aghion & P. Howitt [1989]), qui cherchent justement à relier « la macro-économie de long terme à la micro-économie du changement technique » (B. Amable, R. Barré & R. Boyer [1997], p. 44). P. Romer [1990] montre notamment que la méthodologie appropriée consiste à définir les connaissances, à formaliser les modalités de leur accroissement, et à spécifier précisément le rôle des acteurs, et les incitations qui sont à la base de leur action, dans la production et l'exploitation des connaissances.

Mais si ces modèles sont plus sophistiqués, c'est au prix d'une abstraction plus grande que celle du modèle néoclassique de croissance (R. Solow [1956]), ou des premiers modèles des nouvelles théories de la croissance (P. Romer [1986], R. Lucas [1988], R. Barro [1990]), la réflexion s'engageant « sur l'étude de ce que l'on appelle parfois un 'pseudo-monde' pour signifier que certaines de ses hypothèses constitutives n'ont pas de contenu empirique » (E. Malinvaud [1993], p. 182). Aussi, nous nous proposons d'asseoir notre analyse sur la méthodologie de P. Romer [1990], qui nous semble incontournable, mais en développant une 'abstraction' sensiblement différente⁴, dont les hypothèses constitutives, qui s'inscrivent dans le prolongement de la théorie évolutionniste du changement technique, ont un « contenu empirique » plus satisfaisant au regard des évolutions récentes des économies.

Car, depuis le courant des années 70, les régions et pays développés sont affectés par un ensemble de tendances lourdes interdépendantes qui ont conduit au ralentissement de la croissance et des gains de productivité des économies développées et, plus fondamentalement, sont à l'origine de changements structurels décisifs pour le processus de croissance (versatilité de la demande finale, accélération du changement technique, intensification de la concurrence, instabilité monétaire et financière, ...) ⁵. Or, les analyses macro-économiques auxquelles se livrent les principales théories de la croissance, et dont les conclusions (importance du capital physique, humain, public, importance de la logique de différenciation, importance de la spécialisation, ...) sont souvent attendues, ne permettent pas de saisir pleinement ces évolutions qualitatives, qui incitent pourtant à regarder au-delà des déterminants immédiats de la croissance (R. Nelson [1994]).

⁴ Pour reprendre, dans un autre contexte, les propos de E. Penrose [1995(1959)], c'est peut-être moins le *degré* que le *type* d'abstraction qui pose problème.

L'enjeu est alors de poser un ensemble d'hypothèses et de se doter d'un schéma explicatif permettant, d'une part, de se prononcer sur l'évolution de la compétitivité des espaces et, d'autre part, d'appréhender l'évolution qualitative du système de croissance des économies développées, c'est-à-dire, d'une certaine manière, d'analyser l'évolution des espaces de la compétitivité.

Les nouvelles théories de la croissance assimilent les connaissances à un bien public ou partiellement public, et préfèrent conserver l'hypothèse néoclassique de rationalité parfaite en 'donnant' le futur aux acteurs. Nous nous démarquons de ces hypothèses en considérant, d'une part, qu'une fraction importante des connaissances détenues par les entreprises sont tacites et, d'autre part, que la complexité du monde et l'incertitude radicale⁶ sur les connaissances futures, sur l'évolution de la demande, sur le comportement des autres acteurs, ... incitent à reprendre l'hypothèse de rationalité limitée (H. Simon [1979]) et d'hétérogénéité micro-économique.

Plus précisément, nous considérons, à la suite des travaux de H. Simon [1979] et de R. Nelson & S. Winter [1982], que les entreprises adoptent un comportement routinier qu'elles conservent tant qu'elles sont satisfaites. La 'routinisation' de l'activité permet, d'abord, d'économiser sur les coûts et les temps de recherche et de traitement des informations et, ensuite, assure la reproduction dans le temps des compétences –c'est-à-dire des savoirs, des savoir-faire et de l'expérience (G. Richardson [1972])– que l'entreprise a accumulé au cours de son activité. La routinisation de l'activité assure notamment la reproduction dans le temps de l'ensemble des compétences tacites qui, sinon, seraient perdues. Par ailleurs, nous considérons que l'accroissement des compétences est fortement localisé et cumulatif et tend à spécialiser les entreprises sur un ensemble restreint de compétences : d'abord parce qu'il procède essentiellement de l'apprentissage, et ensuite parce que l'inertie des routines interdit aux entreprises de développer ou d'exploiter efficacement des compétences trop différentes de celles dont elles disposent.

⁵ Cf. par exemple M. Porter [1993], OCDE [1992], R. Boyer [1992], P. Moati & E. Mouhoud [1994], ...

⁶ au sens de F. Knight [1921]

Le point essentiel réside dans l'ambivalence de l'inertie relative des routines : parce qu'elle permet la reproduction dans le temps des compétences tacites, elle se trouve au cœur de l'avantage concurrentiel des entreprises ; parce qu'elle interdit des modifications importantes du comportement des entreprises, elle ne permet pas d'exploiter efficacement des connaissances sensiblement différentes.

Il est alors possible, à la suite de S. Winter [1984], de procéder à une distinction entre deux logiques d'accroissement des compétences au sein d'une industrie, chacune définissant un *régime technologique* : une logique d'approfondissement de l'ensemble des compétences, qui correspond à un régime *routinier*, favorable aux entreprises en place qui détiennent les compétences existantes ; une logique d'élargissement de l'ensemble des compétences, qui correspond à un régime *entrepreneurial*, défavorable aux entreprises en place, les compétences nouvelles étant sensiblement différentes des compétences existantes. Ces deux logiques peuvent caractériser des industries différentes, ou correspondre à deux phases successives de l'évolution d'une même industrie, le régime entrepreneurial correspondant aux premières phases de l'évolution, différents processus évolutionnistes assurant à terme le passage progressif à un régime routinier.

Ce schéma évolutionniste minimal peut être enrichi si l'on opère une distinction entre les compétences de l'entreprise et les activités dans lesquelles elle s'engage. A la suite de G. Richardson [1972], nous qualifions d'activités similaires les activités reposant sur un ensemble de compétences semblables. Parallèlement, on considère que la production d'un bien donné correspond à un ensemble coordonné d'activités complémentaires. A partir de ces définitions, il est possible d'avancer la proposition selon laquelle les activités complémentaires ne sont pas nécessairement similaires. Il en résulte deux implications fortes : la première est que les entreprises sont incitées à s'engager dans des activités similaires qui peuvent faire partie du processus de production de biens d'industries différentes. La deuxième implication est que les entreprises sont incitées, lorsque les activités complémentaires ne sont pas similaires, à procéder à une division du travail. En d'autres termes, l'ensemble des compétences dont dispose une entreprise définit ses limites horizontales et verticales.

En se limitant, dans un premier temps, à un schéma simplifié qui ne prend en compte que la première implication, il est possible d'avancer quelques propositions fondamen-

tales sur les modes d'évolution d'une industrie donnée. Considérons qu'une industrie est composée d'un groupe d'entreprises qui fabriquent des produits étroitement substituables⁷. Supposons que cette industrie soit sous un régime routinier, les entreprises existantes produisant les biens à partir d'un ensemble de compétences semblables. Supposons qu'une innovation amène à la production d'un nouveau bien. Ce bien peut être soit un proche substitut, soit un bien indépendant. Sa production peut nécessiter un ensemble de compétences semblables (innovation incrémentale) ou un ensemble de compétences dissemblables (innovation radicale). En croisant les hypothèses sur le type de bien et sur le type de compétences impliquées, nous proposons une typologie des modes d'évolution possibles des industries :

Tableau 1 : les modes d'évolution des industries

	Bien substitut	Bien indépendant
Compétences semblables (innovation incrémentale)	Logique de spécialisation <i>Configuration I</i>	Logique de diversification cohérente <i>Configuration II</i>
Compétences dissemblables (innovation radicale)	logique de rupture technologique <i>Configuration III</i>	logique d'évolution indépendante <i>Configuration IV</i>

La configuration I avantage logiquement les entreprises en place (il y a une forte probabilité que l'innovateur en soit issu). Il s'agit d'une logique de spécialisation 'double' car la production du bien s'inscrit dans la même industrie (spécialisation industrielle) et repose sur un même ensemble de compétences (spécialisation cognitive). La configuration II avantage également les firmes en place, mais la spécialisation cognitive s'accompagne d'une diversification industrielle. Nous l'avons qualifié de logique de diversification cohérente. La configuration III est défavorable aux entreprises en place. Si l'ensemble des compétences dissemblables permet d'atteindre une productivité supérieure, la rupture technologique peut conduire au changement de « leadership », avec l'apparition de nouvelles entreprises. La configuration IV, enfin, est neutre pour l'industrie considérée.

L'apport essentiel de cette typologie est que la logique de rupture technologique du point de vue de l'industrie considérée peut correspondre à une logique de diversification cohérente du point de vue des entreprises d'une autre industrie : il est possible, en effet, que les compétences dissemblables à la base de la rupture technologique soient des compétences que détiennent d'autres entreprises engagées dans la production d'autres

⁷ M. Porter [1982], p. 5.

biens. Dit autrement, l'innovation *radicale* pour les entreprises de l'industrie considérée est une innovation *incrémentale* pour ces autres entreprises. Dans ce cas, ces dernières sont incitées à s'engager dans l'industrie, en évinçant éventuellement les anciens leaders.

La proposition selon laquelle des activités complémentaires ne sont pas nécessairement similaires a une deuxième implication essentielle : parce que les entreprises ont intérêt à se spécialiser sur un ensemble restreint de compétences semblables, mais parce que, dans le même temps, la production d'un bien nécessite souvent la coordination d'activités reposant sur des compétences dissemblables, elles sont incitées à procéder à une division *cognitive* du travail (P. Moati & E. Mouhoud [1994, 1995]).

G. Richardson [1972] montre que le mode de coordination dominant des différentes étapes dépend du type des activités : des activités complémentaires similaires incitent à l'intégration verticale, des activités complémentaires non similaires incitent à une coordination par le marché si les besoins de coordination sont peu étroits, et incitent à la coopération si les besoins sont étroits. De manière plus précise, l'étroitesse des besoins de coordination sera d'autant plus forte que les interdépendances entre les activités sont élevées, que l'incertitude sur les besoins futurs de coordination est forte, et, surtout, que les innovations introduites sont systémiques, c'est-à-dire qu'elles concernent un ensemble plus grand des activités impliquées dans la production du bien⁸ (D. Teece [1976], R. Langlois & P. Robertson [1995]). La tendance actuelle à l'accélération du progrès technique, à l'éclatement et à la complexification des savoirs (P. Moati & E. Mouhoud [1994]), devrait inciter les entreprises à privilégier une coordination par le marché ou par la coopération, plutôt que par l'intégration verticale.

Dans une industrie donnée, la production d'un bien ne sera donc pas assurée, dans le cas général, par une seule entreprise, mais par une organisation productive composée d'un ensemble d'entreprises diversement coordonnées. Une première implication de cette logique de division du travail concerne les régimes technologiques : parce qu'ils définissent les modes d'accroissement des compétences, et parce que la production d'un bien mobilise des ensembles dissemblables de compétences, on devrait observer diffé-

⁸ Si elle ne concerne qu'une des activités, l'innovation est qualifiée d'autonome (R. Langlois & P. Ro-

rents régimes technologiques dans une même industrie.

La deuxième implication, plus importante, concerne notre typologie des modes d'évolution des industries, dont les conclusions doivent être nuancées, notamment en ce qui concerne la rupture technologique : la plupart du temps, un acteur-innovateur vise un sous-ensemble des activités du processus de production du bien. Même si l'innovation est radicale, son entrée dans l'industrie ne conduira pas nécessairement à l'éviction des leaders, les entreprises en place pouvant au contraire être incitées à se coordonner avec lui pour maintenir leur position dominante, en lui apportant les compétences complémentaires qui lui font défaut. Plus généralement, il convient de distinguer les innovations selon qu'elles sont incrémentales ou radicales, mais aussi selon qu'elles sont autonomes (elles n'affectent qu'un sous-ensemble des activités) ou systémiques (elles affectent l'ensemble des activités mobilisées dans le processus). L'analyse de ces différents cas démontre la diversité et la complexité de l'évolution des organisations productives et des industries, dont nous illustrons certains aspects par l'exemple des biotechnologies.

Sur la base de ce schéma explicatif, il nous est possible de nous prononcer sur la croissance des espaces. Dans un premier temps, nous proposons une modélisation évolutionniste qui s'inspire des modèles de R. Nelson & S. Winter [1982], S. Winter [1984], P. Moati [1992] et T. Iosso [1993], et permet d'analyser les quatre configurations de notre typologie. Notre modèle comporte deux paramètres essentiels. Le premier est le degré d'applicabilité des connaissances (noté γ). Il permet de résumer simplement le régime technologique en vigueur dans l'industrie, un degré d'applicabilité élevé correspondant à un régime entrepreneurial pur, un degré d'applicabilité faible correspondant à un régime progressivement routinier. Le deuxième paramètre est le degré de localisation des activités de R&D (noté ρ). Si l'on se limite à l'activité d'imitation, un degré de localisation élevé correspond à l'hypothèse que les acteurs d'un espace ne peuvent tenter d'imiter que les firmes de cet espace. Un degré de localisation faible correspond à l'hypothèse que les acteurs d'un espace peuvent tenter d'imiter une entreprise quel-

bertson [1995]).

conque dans un espace quelconque. Les espaces sont supposés être rigoureusement identiques en début de simulation.

En croisant les valeurs de ces deux paramètres, nous procédons à des simulations de l'évolution d'une industrie placée dans la configuration I de notre typologie, et l'on analyse les implications de cette évolution sur les performances des espaces. De manière synthétique, on obtient :

Tableau 2 : évolution d'une industrie dans la configuration I et implications sur les espaces

	Activités de R&D globales ($\rho=1$)	Activités de R&D locales ($\rho=0$)
Régime entrepreneurial pur ($\gamma = 1$)	Développement équilibré	Développement équilibré (avec cycles de spécialisation)
Régime progressivement routinier ($\gamma = \frac{1}{2}$)	Développement faiblement inégal (logique de concentration industrielle)	Développement fortement inégal (logique de concentration industrielle et spatiale)

Ces premiers résultats montrent la diversité des dynamiques spatiales possibles. Le résultat essentiel est qu'une divergence des performances peut se produire entre deux espaces qui sont initialement rigoureusement identiques (cas où $\gamma = \frac{1}{2}$ et $\rho = 0$). La logique en est simple : les processus cumulatifs d'apprentissage du régime routinier favorisent les premiers entrants qui, à terme, assurent l'ensemble de la production et verrouillent l'industrie. Si les activités de R&D sont globales, la concentration industrielle n'implique qu'une concentration spatiale faible, car des entreprises vont survivre dans les deux espaces. Si les activités de R&D sont locales, un espace va être favorisé et concentrer l'ensemble de la production, sans que l'on puisse prédire quel espace ce sera. On notera de plus que l'hypothèse de R&D locale peut être transitoire : si l'on suppose que, progressivement, les activités de R&D se globalisent, on montre que l'on peut assister malgré tout à une concentration totale des activités si la routinisation des activités est suffisamment rapide, autrement dit si l'industrie est verrouillée avant que la R&D ne soit globale.

En s'appuyant sur les résultats de cette première configuration, il est possible d'analyser la configuration IV en supposant que l'économie est composée d'un nombre croissant d'industries rigoureusement indépendantes. Si l'on suppose que l'accroissement de la demande et le changement technique de chaque industrie sont radicalement incertains, on montre que des niveaux agrégés de productivité proches sont compatibles avec une divergence forte des performances sectorielles, chaque espace

concentrant à terme un sous-ensemble des activités.

L'analyse de la rupture technologique (configuration III) est menée en supposant qu'à une date quelconque, un nouvel ensemble de compétences supposé potentiellement supérieur à l'ensemble existant apparaît, les entreprises s'appuyant sur un ensemble ne pouvant exploiter les connaissances issues d'un autre ensemble. En nous plaçant dans le cas du régime routinier local, on montre que les entreprises en place sont progressivement éliminées, un nouveau processus de concentration industrielle et spatiale s'amorçant, qui correspond, dans certains cas, à un processus de retournement spatial.

On analyse enfin, en nous appuyant sur les résultats de la configuration III, les implications de la diversification cohérente (configuration II). La diversification cohérente implique que le changement de leadership ne se fait pas au profit de nouvelles entreprises, mais au profit d'entreprises appartenant à une autre industrie et possédant les compétences pertinentes. Si la première industrie est concentrée dans un espace et la deuxième dans un second espace, la diversification cohérente conduit là encore à un retournement spatial, mais dont la logique sous-jacente est sensiblement différente. Cette logique de diversification cohérente explique également que l'évolution de la spécialisation des espaces ne soit ni aléatoire, ni guidée par les différentiels de productivité, mais trouve sa cohérence dans les ensembles de compétences maîtrisées par les entreprises, car ce sont les compétences qui définissent le sous-ensemble des activités dans lesquelles les entreprises peuvent s'engager.

Une hypothèse forte de notre modèle, que l'on retrouve dans la plupart des modèles de croissance spatialisés (notamment avec la notion d'externalité technologique locale), est l'hypothèse de localisation de la R&D. C'est cette hypothèse qui explique, combinée à la logique cumulative d'apprentissage, la concentration spatiale des activités. Il convient donc, dans un deuxième temps, d'interroger cette hypothèse en analysant non plus la compétitivité des espaces, mais les espaces de la compétitivité.

Nous évaluons d'abord la portée et les limites de l'argument des institutions avancé par nombre d'auteurs pour justifier de la localisation des externalités : l'avantage compétitif

dont bénéficient les entreprises de certains espaces reposerait sur l'existence d'institutions formelles et informelles spécifiques et non transmissibles, favorables à la production des innovations. Certains supposent simplement l'existence de ces institutions, de façon *ad hoc* (G. Becattini [1991]). D'autres s'appuient, de manière plus pertinente, sur l'existence de processus d'auto-renforcement institutionnels pour démontrer l'émergence et l'ancrage des institutions dans des espaces donnés (D. North [1991, 1994], A. Lundvall [1992], ...). Ce raisonnement ne suppose plus la localisation des institutions, mais s'appuie sur l'hypothèse contestable, identique à celle posée dans les modèles de croissance spatialisés, selon laquelle les interactions sont localisées au sein d'espaces définis *a priori*. En s'appuyant notamment sur les modèles de lock-in de B. Arthur [1989], on montre que de ces interactions émerge une régularité éventuellement sous-optimale sur laquelle s'enferme l'espace (processus lock-in).

Nous nous appuyons alors sur les modèles évolutionnistes d'adoption pour montrer les limites de ces arguments : i) la conclusion du lock-in du modèle d'Arthur ne s'observe que sous certaines hypothèses précises. Si l'on retient d'autres hypothèses sur les règles de comportement (modèle de A. Kirman [1991]) et/ou si l'on suppose que les acteurs sont insérés dans une structure d'interaction (modèles de J.-M. Dalle [1995] et R. Boyer & A. Orléan [1994]), le lock-in cède la place à la préservation de la diversité, ii) la structure d'interaction renvoie à des formes différentes de proximité économique, rien ne justifiant de se limiter à la proximité géographique. On peut penser au contraire que l'évolution économique récente conduit dans une certaine mesure à l'émergence d'espaces d'interaction transnationaux qui correspondent à de nouvelles formes d'interdépendances et modifient le rapport à l'espace des institutions.

Pour repérer les éléments incitant à l'agglomération des acteurs dans l'espace banal, il convient de focaliser l'attention sur les contraintes de localisation qu'impose la dynamique des compétences. Nous défendons la thèse que c'est moins la nature tacite des connaissances que les besoins et les modes de coordination qui incitent à l'agglomération d'entreprises engagées dans des activités complémentaires. On montre notamment que deux grands types de localisation des activités coexistent, en fonction des besoins de coordination qu'impose la division du travail. Des besoins étroits de coordination incitent à la coopération, dont l'efficacité dynamique est favorisée par la

proximité (non nécessairement physique), qui facilite les apprentissages collectifs. Compte tenu du caractère multidimensionnel de la proximité, on ne peut *a priori* rien en déduire sur l'espace géographique. Il semble cependant que l'on observera une agglomération spatiale des activités si les besoins de coordination sont étroits *et* fréquents (M. Storper [1995]), cette agglomération et les interactions afférentes favorisant ensuite l'émergence d'institutions localisées.

Des besoins non étroits de coordination incitent à une coordination par le marché. L'efficacité dynamique passe alors moins par les processus collectifs d'apprentissage que par les possibilités de reconfiguration du processus productif. La métropole, lieu de concentration de compétences hétérogènes et nœud des réseaux matériels et immatériels, favorise ces reconfigurations. De manière synthétique, nous obtenons :

Tableau 3 : des besoins de coordination aux modes de localisation

Besoins de coordination	Modes de coordination	Cœur de l'efficacité dynamique	Modes de localisation
Étroits	Coopération	Apprentissages collectifs (flexibilité interne)	Logique de proximité
Non étroits	Marché	Reconfigurations (flexibilité externe)	Logique de densité

Ces deux figures polaires se trouvent bien sûr mêlées dans la réalité, un même processus productif mobilisant des compétences dont certaines nécessitent une coordination étroite, et d'autres une coordination non étroite. Il semble que ces modes de localisation des activités dessinent une véritable « économie d'archipel » (P. Veltz [1996]) qui oblige à penser autrement la croissance des espaces et invitent à nuancer les conclusions des modèles de croissance spatialisés. L'évolution de la croissance des espaces influencerait, et serait influencée par, l'évolution des espaces de la croissance.

Les implications, en termes de politique économique, du schéma explicatif que nous avons élaboré sont clairement identifiables. Un premier point est que si la dynamique des compétences prévaut, les acteurs institutionnels sont incités à identifier et à favoriser le développement des compétences spécifiques présentes dans leur espace d'intervention (ce qui peut impliquer, notamment dans le cas des stratégies de diversification cohérente, des processus de déstructuration/restructuration des activités). L'analyse du processus de retournement appelle d'autres remarques : s'il résulte d'une

rupture technologique, il peut difficilement être anticipé. La logique de rupture puis la logique cumulative d'apprentissage qui se met en œuvre et interdit à terme l'entrée sur le marché, démontrent cependant l'importance des premières phases de l'évolution d'une industrie nouvelle. Elles démontrent également l'importance des asymétries dans les anticipations des acteurs, et la nécessité de favoriser les mécanismes d'essais/erreurs : dans ce 'jeu' évolutionniste, c'est la diversité des tentatives qui importe, les échecs étant aussi nécessaires que les réussites.

De plus, la logique de division du travail que nous avons exposée devrait inciter les acteurs institutionnels à ne pas faire obstacle à la mise en place de réseaux productifs 'trans-territoriaux'. La maintien de la compétitivité des organisations implique souvent une réorganisation du processus productif et, corrélativement, une évolution du rapport à l'espace. Plus généralement, parce que l'espace pertinent des entreprises est l'espace des compétences, le désajustement entre l'espace d'intervention et les espaces économiques pertinents est croissant ; les acteurs institutionnels ont cependant intérêt à favoriser la mise en relation des compétences complémentaires, quelles que soient leurs localisations. Ceci remet en question le principe de subsidiarité, qui est au cœur du fonctionnement institutionnel de l'Europe, tout comme la logique à la base des lois de décentralisation de la France, tant la dynamique des compétences mobilise simultanément différentes échelles spatiales.

Dans la première partie de notre travail, nous montrons les limites empiriques et théoriques de l'alternative convergence versus divergence. Le premier chapitre a pour objectif de recenser les faits stylisés essentiels à expliquer. Nous analysons d'abord les notions de convergence et les tests statistiques afférents, et montrons que les tests les plus couramment utilisés (tests de σ -convergence et de β -convergence absolue ou conditionnelle) réduisent *a priori* la diversité des évolutions possibles, seule l'analyse de la distribution entière d'un indicateur de niveau de vie ou de productivité permettant d'appréhender cette diversité. Nous procédons ensuite à une revue des principaux travaux empiriques procédant à des comparaisons internationales, interrégionales et sectorielles des niveaux de productivité, desquels nous déduisons un ensemble restreint de

faits stylisés.

Dans le deuxième chapitre, nous évaluons la pertinence des principales théories de la croissance *au regard des faits stylisés recensés*. Une opposition forte se dessine entre une « école » de la convergence, composée essentiellement de la théorie néoclassique de la croissance et de la théorie du rattrapage, et une « école » de la divergence, composée des modèles kaldoriens de croissance et des nouvelles théories de la croissance. Ces derniers semblent plus satisfaisants : ils endogénéisent le changement technique, proposent une explication de la croissance de long terme et insistent, pour certains, sur l'importance de la spécialisation. Certains modèles de croissance endogène, parce qu'ils spécifient en plus les fondements micro-économiques à la base du changement technique, apparaissent comme les plus aboutis. Nous montrons cependant qu'aucun modèle ne propose d'explication satisfaisante du retournement, et que la conceptualisation du changement technique des modèles de croissance endogène est sujette à caution. En insistant sur le caractère tacite de certaines connaissances et sur l'incertitude radicale qui pèse sur le futur, nous définissons alors les hypothèses de rationalité limitée et d'hétérogénéité micro-économique, qui constituent la base d'un schéma explicatif alternatif.

La deuxième partie de notre travail consiste en une analyse évolutionniste des dynamiques spatiales. Le troisième chapitre montre, dans un premier temps, les limites de la théorie de l'entreprise proposée par l'économie des coûts de transaction, et propose une conceptualisation évolutionniste du 'cœur irréductible' des entreprises. Nous introduisons ensuite la notion de régime technologique et évaluons ses implications générales sur l'évolution d'une population d'entreprises définies par leur cœur irréductible. Dans un deuxième temps, nous introduisons la distinction entre compétence et activité pour exposer notre typologie simplifiée des modes d'évolution possibles d'une industrie, puis nous montrons que la dynamique des compétences conduit à une division cognitive du travail et pose le problème des modes pertinents de coordination. En réintroduisant les problèmes transactionnels essentiels d'une économie en croissance, nous présentons enfin les mécanismes de base conduisant au processus de désintégration verticale.

Dans le quatrième chapitre, nous introduisons progressivement les différents éléments constitutifs du modèle évolutionniste de base et comparons le cas du régime entrepre-

neurial pur au cas du régime progressivement routinier. Nous analysons ensuite les quatre configurations de notre typologie.

Le cinquième chapitre étudie l'évolution des espaces de la compétitivité, en se focalisant d'abord sur la question de l'émergence des institutions. Nous nous interrogeons enfin sur les contraintes de localisation induites par la dynamique des compétences, et en déduisons quelques propositions sur l'évolution du rapport à l'espace des organisations productives.

Première Partie

**Convergence Vs. divergence : une alternative non
pertinente**

L'alternative convergence *vs.* divergence structure la plupart des travaux théoriques et empiriques sur l'évolution des performances des espaces. Le problème sous-jacent, aussi simple que fondamental, est de savoir si les disparités spatiales observées vont tendre à se résorber, à demeurer constantes, ou au contraire à s'accroître.

L'objectif de la première partie est de montrer les limites de cette alternative. Limites empiriques, d'abord, les évolutions des performances relatives des espaces nationaux et infra-nationaux se caractérisant par une diversité spatiale et temporelle, à l'échelon agrégé ou sectoriel. Limites théoriques, ensuite, les principales théories de la croissance ne parvenant pas à rendre compte de manière satisfaisante de l'ensemble de cette diversité.

Le premier chapitre, intitulé *L'évolution des performances des espaces* a pour objectif d'identifier quelques régularités fortes, quelques « faits stylisés », préalable indispensable, nous semble-t-il, à l'élaboration d'un schéma explicatif pertinent de la croissance économique des espaces.

Le deuxième chapitre, *Les insuffisances des théories de la croissance*, confronte les principales théories de la croissance économique aux faits stylisés recensés, en distinguant une 'école' de la convergence d'une 'école' de la divergence. Après avoir exposé les grandes lignes de ces théories, nous procédons à une synthèse critique permettant de dégager les limites de leur contenu explicatif et prédictif. La thèse défendue est que ces limites résultent d'une conceptualisation insatisfaisante du changement technique. En nous appuyant sur la théorie évolutionniste du changement technique, nous exposons les hypothèses de base d'un schéma explicatif alternatif, que nous développerons, et dont nous analyserons les implications sur l'espace, dans la deuxième partie.

Chapitre Un. L'évolution des performances des espaces

Nous allons nous intéresser dans ce premier chapitre à l'évolution des performances des espaces nationaux et régionaux, en recensant les travaux empiriques qui testent ce que l'on appelle couramment dans la littérature économique l'hypothèse de convergence (sous-entendu, ici, des performances des espaces), l'objectif étant d'en dégager un ensemble restreint de « faits stylisés ».

En cela, nous suivons la démarche proposée par N. Kaldor [1961] : « toute théorie doit nécessairement être basée sur des abstractions ; mais le type d'abstraction choisi ne peut être basé sur un vacuum : il doit être approprié aux traits caractéristiques du processus économique tels qu'ils sont enregistrés par l'expérience. De ce fait, le théoricien, en choisissant une approche théorique particulière, devrait commencer avec un résumé des faits qu'il juge pertinent au regard de sa problématique. Puisque les faits, tels qu'ils sont enregistrés par les statisticiens, dépendent toujours de nombreuses conditions et sont exposés à de nombreuses difficultés, et pour cette raison ne peuvent être résumés avec exactitude, le théoricien devrait, à mon avis, se concentrer sur les grandes tendances, en ignorant les détails individuels, et s'appuyer sur la méthode du 'comme si', c'est-à-dire construire une hypothèse qui puisse rendre compte de ces 'faits stylisés', sans qu'il s'engage nécessairement sur l'exactitude historique, ou sur l'exhaustivité, des faits et tendances ainsi résumées »⁹ (N. Kaldor [1961], pp. 177-178).

Cette démarche, bien que séduisante, souffre d'une limite sérieuse, tout au moins dans le cas qui nous intéresse, car, comme le fait remarquer S. Durlauf ([1996], p. 1017), il n'existe pas un cadre d'analyse unique de la convergence, mais un ensemble d'alternatives qui diffèrent essentiellement par i) la définition de la convergence retenue, ii) le modèle théorique de croissance sous-jacent, iii) les méthodes économétriques employées.

⁹ Cf. le commentaire de J. Hicks sur les propos de Kaldor dans le même ouvrage. Hicks y critique notamment la démarche kaldorienne en arguant du fait que « a model should tell us what *could* happen rather than what *had* happened » (p. 368, souligné par l'auteur). Il nous semble cependant que ce dernier objectif est un pré-requis nécessaire, à défaut d'être suffisant, du premier.

Le deuxième point pose un problème majeur quant au déroulement logique du travail, puisqu'il suggère que travaux empiriques et travaux théoriques sont en étroite relation. Et il s'avère effectivement que la plupart des travaux empiriques que nous allons recenser s'inscrivent dans une approche en termes d'équilibre, en prenant comme point de départ la formalisation néoclassique de l'activité de production. Aussi, on peut se demander s'il possible de rendre compte des évolutions constatées sans s'interroger simultanément sur la théorie de la croissance sous-jacente.

Nous répondons par l'affirmative en reprenant les propos de J.L. Gaffard [1995b], qui s'interroge sur le choix le plus pertinent entre une approche en termes d'équilibre et une approche alternative en termes de déséquilibre pour traiter du problème de la croissance économique : « l'approche en termes d'équilibre sera privilégiée dès lors que l'on cherche à identifier les différents facteurs de la croissance (ou des fluctuations) et à mesurer leurs contributions respectives pour en déduire, le cas échéant, des règles de politique économique, au demeurant sujettes à caution. En revanche, c'est l'autre approche qui devra être retenue, si l'on cherche à comprendre le mécanisme fondamental de la croissance (et des fluctuations) (...) » (J.L. Gaffard [1995b], p. 10).

Cette limite nous conduit cependant, dans une première section, à définir les indicateurs et les notions de convergence généralement retenus par les auteurs, en précisant leur ancrage théorique. Les détours théoriques auxquels nous allons nous livrer ici seront très limités¹⁰, et auront pour seul objectif de démontrer que certaines notions de convergence sont insatisfaisantes, en ce qu'elles réduisent *a priori* la diversité des évolutions possibles. Armés de ces définitions, nous recenserons dans la deuxième section les principaux travaux empiriques, en focalisant notre attention sur les économies (pays ou régions) développées.

¹⁰ L'évaluation précise des théories est réservée au deuxième chapitre. Nous sommes conscients que certaines redondances, qui nous semblent inévitables compte tenu de l'interaction entre travaux théoriques et empiriques, peuvent apparaître entre cette première section et le deuxième chapitre.

Section I. Indicateurs et notions de convergence

Nous nous sommes volontairement limités, dans notre revue des travaux, aux auteurs s'appuyant sur un indicateur de productivité et, dans certains cas, sur la décomposition de la croissance en ses différentes sources telle qu'elle est pratiquée par la comptabilité de la croissance. Ces travaux semblent parmi les plus robustes, et sont sans conteste les plus répandus. Le premier point expose brièvement la méthodologie retenue, ainsi que ses limites.

Nous nous attardons plus longuement, dans le deuxième point, sur les notions de convergence, en évaluant leur aptitude à rendre compte des évolutions potentielles. Nous montrons notamment que les notions de convergence absolue, de convergence conditionnelle et de convergence locale, aussi utiles soient-elles, ne permettent pas d'appréhender l'ensemble de la diversité des possibles.

§1. Indicateurs de convergence

Le préalable à toute analyse de l'évolution des disparités spatiales consiste dans le choix d'un indicateur pertinent. Or, comme le fait remarquer P. Aydalot [1985], « on peut toujours opposer un indicateur à un autre, et il est aisé de montrer de n'importe quelle région qu'elle est la première ou la dernière. (...) Il n'est alors pas étonnant que toutes les thèses puissent être soutenues avec quelque vraisemblance » (P. Aydalot [1985], pp. 161 et 165). Il montre ainsi que l'hypothèse d'une réduction des disparités entre les régions françaises de 1950 à 1980 peut être soutenue si l'on retient comme indicateur le revenu par tête, le taux d'urbanisation ou encore le taux d'équipement des ménages en automobile, mais qu'une telle hypothèse est infirmée si le choix se porte sur la qualification moyenne ou la concentration de la recherche.

Nous opposerons à ce constat pessimiste le fait que tous les indicateurs ne revêtent pas la même importance, et que la problématique sous-jacente doit orienter le choix de l'indicateur le plus pertinent. Or, si l'on s'accorde sur le fait que « le principal objectif économique d'un pays est de donner à ses habitants un niveau de vie élevé et croissant » (M. Porter [1993], p. 6), il semble naturel de retenir comme indicateur premier une mesure du niveau de vie telle que le revenu réel par habitant ou, si l'on veut se situer en

amont des mécanismes redistributifs, le PIB réel par habitant. Cependant, ce dont il est question ici, c'est plus précisément de l'évolution relative des performances des espaces, qui sont à la base du niveau de vie des espaces et de son accroissement (*Ibid.*). Aussi convient-il de retenir, plutôt qu'une mesure du niveau de vie, une mesure de la productivité des espaces, le choix se portant le plus souvent sur la productivité du travail, rapport du produit au nombre de personnes employées ou au nombre d'heures travaillées¹¹.

D'autres auteurs, dans certains des travaux recensés, retiennent non plus une mesure directe de la croissance, mais une mesure des *déterminants immédiats* de la croissance. L'intérêt est évident : en décomposant la croissance en ses différentes sources, l'analyse empirique doit permettre non seulement de conclure à la présence ou à l'absence d'un processus de convergence, mais aussi, 'd'expliquer' statistiquement ce processus en mesurant la contribution au processus des déterminants immédiats.

Les sources de la croissance

Une telle démarche s'inscrit dans le prolongement des analyses empiriques des sources de la croissance, dont la logique de base fut exposée par Abramovitz dès 1952 : considérant que « le niveau du produit à chaque période est déterminé par l'offre des ressources (travail, terre, capital), l'état des techniques, l'organisation des marchés, le cadre légal de la vie économique, et les attributs psychologiques de la population », la croissance du produit doit dépendre, dans une large mesure, de la croissance de ces « *déterminants immédiats du produit* » (M. Abramovitz [1952], p. 134). De manière plus synthétique, nous définirons la technologie comme l'ensemble des connaissances applicables au processus de production (P. Romer [1990], G. Mankiw [1998]), le progrès technique cor-

¹¹ On remarque en ce sens que le PIB par habitant, souvent retenu comme indicateur du niveau de performance des pays (en raison, il est vrai, de la disponibilité de statistiques plus complètes), n'est qu'une mesure approximative de la productivité du travail. Ces deux indicateurs sont bien sûr étroitement dépendant, le niveau de vie dépendant à long terme de la productivité, mais l'analyse est cependant partiellement biaisée : le PIB par habitant peut être notamment décomposé en produit de la productivité du travail et du taux d'emploi (rapport du nombre d'actifs employés à la population totale) : une convergence du PIB par habitant peut alors s'expliquer non par une convergence de la productivité du travail, mais par celle des taux d'emploi. A. Maddison[1995] montre ainsi, à partir de la comparaison de ces deux indicateurs pour différents pays, « qu'il est impossible de juger des performances économiques d'un pays à l'aune exclusive du PIB par habitant » (p. 26). D'autres décompositions sont possibles, le taux d'emploi étant lui-même une combinaison du taux d'activité (rapport de la population active à la population totale) et du taux de chômage (Cf. Vanderdope [1997]).

respondant alors à l'accroissement des connaissances (P. Romer [1990]). Les deux déterminants immédiats de la croissance sont donc, d'une part, l'accroissement quantitatif des facteurs de production (logique d'accumulation) et, d'autre part, l'accroissement qualitatif des connaissances (logique de progrès technique).

La proposition d'Abramovitz a débouché logiquement sur l'élaboration des comptes de la croissance et s'est trouvée renforcée théoriquement par l'élaboration (légèrement postérieure) du modèle de croissance de Solow [1956]. Sous les hypothèses habituelles du modèle de Solow¹², la croissance du produit (notée $\hat{Y}$) est en effet égale à la somme de la croissance du capital physique (notée $\hat{K}$) et de la croissance du travail (notée $\hat{L}$), pondérées par leurs parts dans le revenu national (respectivement r et w), augmenté de l'effet du progrès technique (qualifié également de taux de croissance de la productivité totale des facteurs (PTF)¹³), supposé exogène (noté $\hat{A}$) :

$$\hat{Y} = r\hat{K} + w\hat{L} + \hat{A} \quad [\text{I.1}]$$

Si les taux de croissance du produit et des facteurs de production, ainsi que la part de ces derniers dans le revenu national, sont connus, cette relation permet de déterminer les contributions du capital et du travail à la croissance économique ; le résidu, qualifié de résidu de Solow, mesurant, par différence, la contribution du progrès technique¹⁴.

On se ramène aux variables par tête afin de faire apparaître la productivité du travail. La relation [I.1] s'écrit (une lettre minuscule désignant la variable par tête) :

$$\hat{y} = r\hat{k} + \hat{A} \quad [\text{I.2}]$$

¹² Cf. le chapitre 2 pour de plus amples développements.

¹³ Dans le cas de la technologie Cobb-Douglas généralement retenue, A est le rapport du produit à la moyenne géométrique des facteurs de production (K et L) pondérés par leurs parts dans la rémunération, autrement dit, c'est un indicateur de la productivité totale des facteurs. Son taux de croissance rend compte de l'ensemble de la croissance du produit non imputable à la croissance des facteurs, il résume un ensemble large et hétérogène de facteurs de croissance (Cf. P. Dubois [1990]).

¹⁴ Pour des raisons empiriques, on modifie la relation [I.1] pour l'exprimer en temps discret : on prend la transformée logarithmique de la relation $Y = AL^\alpha K^{1-\alpha}$, soit $\ln Y = \ln A + \alpha \ln L + (1-\alpha) \ln K$. Le taux de croissance (en temps discret) du produit entre t et $t+1$ s'écrit alors :

$$\ln[Y(t+1)/Y(t)] = \ln[A(t+1)/A(t)] + \alpha \ln[L(t+1)/L(t)] + (1-\alpha) \ln[K(t+1)/K(t)]$$

w et r sont donnés, et sont calculés généralement comme les moyennes simples des parts des salaires et des profits dans le revenu sur l'ensemble de la période (Cf. R. Barro & X. Sala i Martin [1995], pp. 386-387).

Dans ce cadre d'analyse, les deux sources premières de l'évolution des performances sont donc l'évolution de l'intensité capitaliste ($k=K/L$) et l'évolution de la technologie ($A=Y/[L^\alpha K^{1-\alpha}]$)¹⁵, ces deux sources étant supposées indépendantes et additives. L'analyse de l'évolution de ces trois indicateurs doit nous permettre de mesurer l'importance de l'effet de l'accumulation du capital et de l'effet du progrès technique sur l'éventuelle convergence des espaces.

Les premières applications empiriques (notamment M. Abramovitz [1956], R. Solow [1957], E. Denison [1962], ...) ¹⁶ ont fait apparaître une faible contribution des facteurs de production à la croissance du produit et, donc, une forte contribution de la productivité totale des facteurs : M. Abramovitz, par exemple, montre que la moitié de la croissance américaine de la fin du 19^{ème} siècle au milieu du 20^{ème} siècle n'est pas expliquée par la contribution des facteurs. Résultat pour le moins problématique, puisque telle qu'elle est calculée, la PTF est un résidu. Aussi, « l'importance de cet élément peut être prise comme une sorte de *mesure de notre ignorance* des causes de la croissance économique » (M. Abramovitz [1956], p. 11, souligné par nous).

Deux directions complémentaires ont alors été empruntées par les économistes pour réduire la valeur du résidu : certains ont tenté d'éliminer la composante résiduelle en élargissant les effets de la croissance des facteurs, par la prise en compte de leur accroissement qualitatif et par la prise en compte de leur hétérogénéité (hétérogénéité du travail avec D. Jorgenson et Z. Griliches [1967] qui distinguent différentes catégories en fonction de l'éducation, de l'expérience, du sexe, ... ; hétérogénéité du capital avec les modèles à génération de capital proposés par W. Salter [1969 (1960)] et R. Solow [1963]¹⁷) ; d'autres ont concentré leurs efforts sur l'intégration de nouvelles variables explicatives (E. Denison [1967], A. Maddison [1995]).

¹⁵ Rien n'interdit de retenir un indicateur différent de la productivité totale des facteurs, afin de « s'extraire » de la référence au modèle de Solow. D. Dollar & E. Wolff [1994] retiennent par exemple comme définition le rapport du produit à la moyenne arithmétique, et non plus géométrique, des facteurs, i.e. : $PTF=Y/[\alpha L+(1-\alpha)K]$. Définition qu'ils considèrent comme « the most intuitive formulation of total factor productivity » (p. 218, note 3).

¹⁶ Cf. A. Maddison [1995], R. Nelson [1981, 1994], J. Fagerberg [1995], R. Barro & X. Sala i Martin [1996] pour d'autres références.

¹⁷ Compte tenu des problèmes de données, les modèles à génération de capital sont peu exploités par la comptabilité de la croissance. Selon A. Maddison [1995], il s'agit de la voie de recherche la plus prometteuse.

L'objectif n'a cependant été que partiellement atteint : à titre d'exemple, les résultats concernant les pays du G-7 présentés par R. Barro et X. Sala i Martin [1996], qui tiennent compte de l'accroissement qualitatif des facteurs, font apparaître une contribution de la PTF variant, selon les pays, de 33 à 63% de 1947 à 1973 et de 11 à 52% de 1960 à 1990 (R. Barro & X. Sala i Martin [1996], pp. 419-420). Dans le même sens, dans une étude de A. Maddison [1987] sur six pays de l'OCDE et pour la période 1913-1984, qui intègre quatorze variables explicatives différentes, la part expliquée de la croissance ne dépasse pas 75% en moyenne, et, pour certains pays et certaines périodes, elle n'excède pas 50 à 60%. A partir des travaux plus récents de A. Maddison [1995], on montre également que la composante résiduelle représente, selon les pays, entre 23 et 46% de la croissance du PIB entre 1950 et 1973, et entre 10 et 50% entre 1973 et 1992¹⁸. Il s'avère donc que la composante résiduelle demeure importante dans l'explication de la croissance.

Les limites de la décomposition

La décomposition de la croissance en ses différentes sources souffre de plusieurs limites que nous ne ferons qu'évoquer brièvement. Une première hypothèse forte de la décomposition de la productivité du travail est la constance des pondérations, qui correspond à une neutralité de la croissance des facteurs et du progrès technique sur la répartition du produit, et qui dérive des hypothèses néoclassiques d'une fonction de production à rendements constants et de marchés concurrentiels. En s'inscrivant dans la lignée des critiques de l'école de Cambridge, A. Shaikh [1987] montre que le taux de croissance de A peut s'écrire $\hat{A} = [(1-s)\hat{w} + s\hat{r}]$ avec s la fraction constante de l'output allant au capital. Une convergence apparente de la PTF correspondrait en fait à une convergence dans la répartition des revenus et non pas à une convergence des niveaux technologiques, nous invitant à une certaine prudence dans l'interprétation des résultats (B. Elmslie & W. Milberg [1997]).

Ensuite, la logique même de réduction du résidu est sujette à caution, car si la relation [I.1], base des travaux empiriques, est sous-tendu théoriquement par le modèle de So-

¹⁸ Calculs réalisés à partir des tableaux de A. Maddison [1995], pp. 40-41, qui concernent l'Allemagne, les Etats-Unis, la France, le Japon, les Pays-Bas et le Royaume-Uni.

low, les autres variables ‘non-néoclassiques’ sont simplement ajoutées, d’une manière quelque peu *ad hoc* (R. Nelson [1981], p. 1033). Ceci est d’autant plus critiquable que, dans certaines études, les variables additionnelles retenues rendent compte de processus hors de l’équilibre, bien que s’inscrivant dans la logique d’équilibre de Solow (J. Fagerberg [1988], p. 438). Aussi, « si ces types de variables, ou de processus, sont importants, nous devons réviser notre conceptualisation du processus de croissance » (R. Nelson [1981], p. 1033). La comptabilité de la croissance ne constitue donc pas une théorie de la croissance, mais relève d’une analyse descriptive, certes nécessaire, mais non suffisante, analyse qui « peut permettre de répartir mécaniquement la croissance de la production entre un ensemble de facteurs et la productivité totale des facteurs » mais qui « n’explique pas comment les variations des facteurs et l’amélioration de la productivité totale des facteurs sont liées aux éléments fondamentaux que sont la forme des préférences, la technologie ou les politiques gouvernementales » (R. Barro & X. Sala i Martin [1996], p. 393).

Une troisième limite essentielle de cette logique de décomposition est la non prise en compte de l’interdépendance entre les variables, les sources de la croissance opérant de manière indépendante et additive (R. Nelson [1981], p. 1031). L’interdépendance entre les sources de la croissance est ainsi rejetée au second plan de l’analyse, alors qu’elle semble bien en être le cœur. Si l’on s’en tient à la décomposition de base de la croissance du produit, la question est de savoir s’il est théoriquement justifié de postuler une séparabilité des effets de l’investissement et du progrès technique sur la croissance et, dans la négative, de trancher catégoriquement sur le sens de la causalité : pour certains, la croissance des connaissances est considérée comme la base de l’amélioration du capital physique et du capital humain. L’accroissement qualitatif des facteurs est donc, dans ce cas, induit par le progrès technique. Pour d’autres, c’est l’investissement dans les hommes et les machines qui permet de les spécialiser afin qu’ils utilisent au mieux la croissance des connaissances; le progrès technique étant, dans ce cas, induit par l’investissement (*Cf.* M. Abramovitz [1989], M. Scott [1989], R. Nelson [1994], ...) ¹⁹. Dans un cas comme dans l’autre, il semble difficile, au moins au niveau théorique, de se

¹⁹ « The sound instinct that technological progress lies at the core of modern economic growth rests at bottom, not only on its own independent action, such as it is, but also on the support it lends to the accumulation of both tangible and human capital and to the support that they in turn lend to it » (M. Abramovitz).

dispenser d'une réflexion sur ces interdépendances ; la décomposition proposée ne permettant pas, dans tous les cas, d'en rendre compte²⁰.

On le voit, le choix d'un indicateur de convergence n'est pas neutre. Compte tenu des réserves avancées et de notre volonté de repérer des régularités assez générales, nous nous en tiendrons à la décomposition de base du produit par tête qui, bien qu'elle même sujette à caution, n'en demeure pas moins un puissant outil d'analyse empirique. Le fait qu'en puisant sa force dans les fondements théoriques néoclassiques elle en épouse en même temps les limites appelle selon nous plus à un réexamen théorique, auquel nous procéderons dans les prochains chapitres, qu'à un rejet des travaux empiriques.

§2. Les différentes notions de convergence

Certaines des différences observées dans les résultats des travaux empiriques, qui semblent *a priori* paradoxales, s'expliquent en fait, dans une certaine mesure, par des différences dans l'acception de la notion de convergence²¹.

Les résultats des travaux empiriques (notamment l'invalidation de l'hypothèse de convergence pour de larges échantillons de pays) ont conduit les auteurs à amender leurs définitions habituelles de la convergence en introduisant notamment les notions de convergence conditionnelle et de convergence locale et en proposant de nouveaux tests statistiques et économétriques.

Ces nouvelles notions de convergence semblent plus pertinentes, car elles permettent d'appréhender la diversité spatiale des évolutions. Elles n'épuisent cependant pas l'ensemble des possibles, car elles ne permettent pas de rendre compte de l'éventuelle succession de phases de convergence et de phase de divergence, ce qui correspond à une diversité temporelle des évolutions.

vitz [1989], p. 28).

²⁰ Cette limite est, dans la pratique, difficile à franchir, car la comptabilité de la croissance s'inscrit dans la logique dominante de la théorie économique du *ceteris paribus* qui considère les effets du changement d'une condition, les autres conditions étant supposées constantes (E. Denison [1991]). S'interdire de considérer séparément les effets des facteurs revient à abandonner, selon E. Denison, l'analyse de la croissance « or almost any other empirical or theoretical economic analysis » (*Ibid.*, p. 234). Argument recevable s'agissant des travaux empiriques, mais beaucoup plus discutable, nous semble-t-il, à un niveau théorique.

²¹ (W. Baumol, R. Nelson & E. Wolff [1994] identifient ainsi sept conceptions différentes de la convergence).

Homogénéisation et rattrapage

L'homogénéisation, qui est sans doute la définition la plus naturelle de la convergence, correspond à une réduction de la dispersion d'un indicateur de performance au sein d'un ensemble d'espaces, la dispersion étant mesurée le plus souvent par la variance ou l'écart type d'un indicateur. Par exemple, si l'on note $y_{i,t}$ le logarithme du PIB réel par tête du pays i en t , on parlera de processus d'homogénéisation entre 0 et T si $\sigma(y_{i,0}) > \sigma(y_{i,T})$. Cette première notion peut être qualifiée de σ -convergence.

Le rattrapage correspond à la tendance des pays 'pauvres' à croître plus rapidement que les pays 'riches'. Pour tester l'hypothèse d'un rattrapage, on procède traditionnellement à la régression en coupe transversale des taux de croissance de l'indicateur retenu sur le niveau initial de l'indicateur, pour un ensemble donné de pays ou régions, en s'appuyant sur une équation de la forme :

$$y_{i,T} - y_{i,0} = \alpha + \beta y_{i,0} + \varepsilon_{i,0,T} \quad [I.3]$$

Une valeur significativement négative de β témoigne d'un processus de rattrapage (ou plus précisément de régression vers la moyenne) que l'on qualifie logiquement de β -convergence.

Dans une deuxième acception quelque peu différente, retenue par des auteurs comme M. Abramovitz [1994] et A. Maddison [1995], le rattrapage suppose l'identification préalable d'un pays leader et d'un ensemble de pays suiveurs et correspond à la réduction de l'écart relatif entre les performances du leader et celle des suiveurs. La relation [I.3] est alors modifiée, l'indicateur des pays suiveurs étant rapporté à l'indicateur du pays leader.

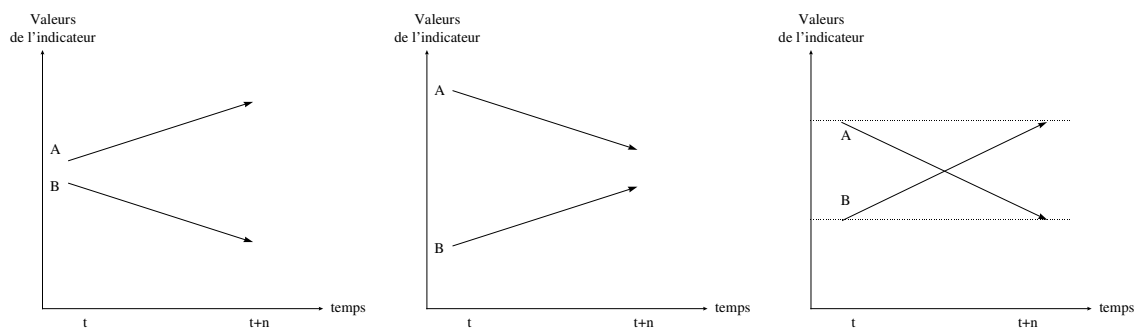
Ces deux premières notions renvoient à des formes faibles de convergence (W. Baumol & al. [1994]) car, d'une part, le constat d'une réduction de la dispersion (σ -convergence) ne nous renseigne pas sur le degré de dispersion en fin de période, les écarts pouvant demeurer substantiels et, d'autre part, l'existence d'un processus de rattrapage (β -convergence) laisse ouverte la question de la vitesse de rattrapage²². Toute-

²² On peut être réticent à affirmer que deux pays A et B convergent si, par exemple, la productivité de B

fois, si l'on s'inscrit dans le schéma néoclassique de croissance, il est possible de définir une mesure simple de la vitesse de convergence. Plus généralement, la relation [I.3] offre un triple intérêt : i) elle peut être dérivée du modèle de croissance de Solow, ii) elle permet le calcul de la vitesse de convergence (notée b) qui est telle que $\beta = -(1 - e^{-bt})$, iii) elle permet le calcul de la contribution du capital au produit, calcul qui peut être comparé à la contribution effectivement observée, offrant ainsi un test de validité du modèle de croissance (Cf. le deuxième chapitre).

Si, dans certains des premiers travaux, ces deux notions étaient supposées équivalentes, d'autres auteurs ont montré depuis que la β -convergence est une condition nécessaire mais non suffisante de la σ -convergence. De manière intuitive, il est possible d'illustrer graphiquement cette non équivalence :

Figure 1 : relations entre σ et β -convergence (d'après X. Sala i Martin [1996], p. 1021)



Dans le premier graphique de la figure, on assiste à une σ -divergence et une β -divergence des économies A et B ; dans le deuxième graphique, on assiste au contraire à une σ et une β -convergence. Dans le troisième graphique, enfin, s'il y a effectivement β -convergence, il n'y a pas de σ -convergence (en fait, dans cet exemple, l'écart type est inchangé entre le début et la fin de la période) : le calcul du σ ne dit rien sur les trajectoires individuelles des économies A et B.

Plus formellement, la relation entre σ et β -convergence se déduit de la relation [I.3], que l'on peut réécrire (en omettant les indices de pays pour simplifier l'écriture)²³ :

initialement égale à 45% de celle de A n'atteint en fin de période que 52% de celle-ci. Il en va de même si la vitesse de convergence correspond à un délai de rattrapage du pays A d'un demi siècle.

²³ Nous nous appuyons sur les articles de F. Lichtenberg [1994] et de P.Y. Hénin et Y. Le Pen [1995].

$$y_T = \alpha + (1 + \beta)y_0 + \varepsilon_{0T}$$

Relation que l'on utilise pour décomposer la variance de l'indicateur :

$$\text{var}(y_T) = \text{var}[(1 + \beta)y_0] + \text{var}(\varepsilon_{0T}) = (1 + \beta)^2 \text{var}(y_0) + \text{var}(\varepsilon_{0T})$$

En retranchant de chaque membre la variance résiduelle, puis en divisant chaque membre par la variance de l'indicateur à la date terminale, on obtient :

$$\frac{\text{var}(y_T) - \text{var}(\varepsilon_{0T})}{\text{var}(y_T)} = (1 + \beta)^2 \frac{\text{var}(y_0)}{\text{var}(y_T)}$$

Le membre de gauche de cette équation est, par définition, le coefficient de détermination multiple de la régression en coupe (R^2), rapport de la variance expliquée sur la variance totale. Le rapport des variances aux deux dates s'écrit donc :

$$\frac{\text{var}(y_T)}{\text{var}(y_0)} = \frac{(1 + \beta)^2}{R^2} \quad [\text{I.4}]$$

La relation [I.4] montre que la β -convergence est une condition nécessaire mais non suffisante de la σ -convergence et, symétriquement, la σ -convergence est une condition suffisante mais non nécessaire de la β -convergence²⁴. Une interprétation possible de cette relation est donnée par P.Y. Hénin & Y. Le Pen [1995] : la β -convergence serait un indicateur « d'une force de rappel qui rapproche tendanciuellement les PIB nationaux », la σ -convergence incluant, en plus de cette force de rappel, une mesure des « chocs spécifiques qui tendent à renouveler en permanence la dispersion des niveaux de revenu par tête » (p. 669). Plus généralement, X. Sala i Martin [1996] considère qu'il s'agit de deux mesures complémentaires de la convergence, la σ -convergence étant un indicateur de l'évolution de la forme de la distribution et la β -convergence un indicateur des mouvements des économies –en fait, d'une économie représentative (*Cf. infra*)– au

²⁴ Par ailleurs, F. Lichtenberg [1994] souligne que les auteurs se contentent généralement d'observer l'évolution de la variance à travers le temps (ou, compte tenu des statistiques disponibles, à différentes dates t), et concluent à une σ -convergence si la variance décroît avec le temps, sans mesurer la significativité de cette décroissance. L'économétrie classique offre pourtant des outils essentiels pour en juger : le test statistique afférent à la relation [I.4] est un test de Fisher-Snedecor (F-test) à $n-2$, $n-2$ degrés de liberté, qui permet de juger si les deux variances sont significativement différentes.

sein de la distribution.

Les analyses empiriques qui ont été menées sur de larges échantillons de pays ont montré l'absence de σ et de β -convergence. Les auteurs se sont alors employés à définir des notions différentes de convergence, susceptibles de mieux rendre compte des évolutions constatées.

Les clubs de convergence

Devant l'absence, relativement prévisible (E. Malinvaud [1993]), d'un processus global de convergence, les économistes ont restreint leur analyse à des sous-ensembles homogènes de pays ou régions, et testé l'hypothèse de convergence au sein de ces clubs. Deux notions essentielles de convergence, qui renvoient à des définitions différentes de l'homogénéité, ont été introduites : la convergence conditionnelle, d'abord, qui est dérivée du modèle de croissance néoclassique ; la convergence locale, ensuite, qui s'inscrit plutôt dans le cadre des nouveaux modèles de croissance.

S'agissant d'abord de la convergence conditionnelle, une analyse attentive montre que le modèle de Solow prédit une convergence des pays si et seulement si la seule différence entre les pays tient à leurs niveaux initiaux de capital par tête (X. Sala i Martin [1996], p. 1026). Si les pays ou régions présentent des différences dans leurs structures, le modèle de Solow ne conclut pas à la convergence des performances car ces différences structurelles impliquent des différences dans les états réguliers de croissance vers lesquels convergent ces économies.

Par exemple, si une économie 'riche' (notée R) à un taux d'épargne s_R plus élevé qu'une économie 'pauvre' (notée P, avec $s_P (< s_R)$ son taux d'épargne), son état régulier de croissance k_R^* est, dans le cadre du modèle de Solow, supérieur à k_P^* . Pour prendre un exemple éclairant, si l'économie pauvre se trouve, à la date initiale, à son état régulier de croissance ($k_P(0)=k_P^*$), le taux de croissance de son produit par tête sera nul²⁵. Si dans le même temps, l'économie riche est en deçà de son état régulier ($k_R(0)<k_R^*$), son taux de croissance sera positif et donc supérieur au taux de croissance de l'économie pauvre, bien qu'elle soit initialement plus riche (i.e. bien que $k_R(0)>k_P(0)$).

²⁵ Dans le cas d'un modèle sans progrès technique.

En d'autres termes, le modèle de Solow, interprété rigoureusement, implique « qu'une économie croît d'autant plus vite qu'elle est éloignée de son propre état régulier » (R. Barro & X. Sala i Martin [1996], p. 32), implication que l'on qualifie généralement de convergence conditionnelle (sous entendu : aux structures des économies), par opposition aux notions de convergence définies plus haut, que l'on peut qualifier d'absolues (R. Barro & X. Sala i Martin [1996]), ou encore de brutes ou inconditionnelles (« gross or unconditional convergence » W. Baumol & al. [1994], p. 8). La convergence conditionnelle ne signifie une convergence de l'indicateur que pour les pays structurellement homogènes.

Pour tester l'hypothèse de convergence conditionnelle, deux méthodes ont été employées. Une première possibilité est d'introduire dans la relation [I.3] des variables qui rendent compte des différences dans les états réguliers de croissance, afin de bloquer leur influence sur la croissance des espaces. Si l'on note $\mathbf{X}_{i,t}$ le vecteur de ces variables à la date t , on obtient :

$$y_{i,T} - y_{i,0} = \alpha + \beta y_{i,0} + \psi \mathbf{X}_{i,0} + \varepsilon_{i,0,T} \quad [\text{I.5}]$$

Le problème critique étant bien entendu celui du choix des variables pertinentes sensées rendre compte des états réguliers. Nous n'accorderons, dans la revue des travaux empiriques, qu'une place très limitée à ce test de β -convergence conditionnelle, car si les tests basés sur la relation [I.5] permettent de réconcilier les modèles de croissance néoclassiques et les observations empiriques, l'observation d'une convergence conditionnelle ne nous renseigne pas sur la position relative des pays, mais seulement sur l'évolution de chaque pays par rapport à sa propre histoire (D. Quah [1996], p. 1046). Il ne s'agit donc pas d'un test de convergence au sens propre du terme, mais plutôt de l'examen des dynamiques de transition des économies. Si le coefficient β est significativement négatif, impliquant par exemple une vitesse de convergence b de 2% par an, cela signifie simplement que chaque pays converge à ce même rythme vers son propre état régulier d'équilibre.

La deuxième méthode possible pour tester l'hypothèse de convergence conditionnelle s'appuie sur la définition préalable de sous-ensembles de pays ou régions structurellement homogènes, le(s) test(s) de convergence étant effectué(s) au sein de ces sous-

ensembles. Cette deuxième méthode nous semble plus intéressante dans le cadre de l'analyse de la convergence des économies, car, d'une part, elle permet de procéder aux tests de convergence absolue, et non plus conditionnelle, au sein des clubs, l'effet des structures étant neutralisé en amont des tests, et, d'autre part, elle est moins dépendante du schéma d'interprétation néoclassique.

Un problème délicat se pose quant à la constitution des sous-ensembles d'espaces : dans la première analyse du genre, W. Baumol [1986] s'est appuyé sur les données de A. Maddison [1982] sur la période allant de 1870 à 1979 pour définir notamment un sous-ensemble de seize pays développés. Le test de la β -convergence absolue étant validé, Baumol conclut à l'existence d'un club de convergence au sein de ces pays développés. Cette méthode de constitution des groupes est cependant fortement biaisée (B. De Long [1988]), puisque l'échantillon des pays est constitué *ex post*, n'étant retenus que les pays ayant effectivement convergés en fin de période. C'est ainsi que Baumol retient dans son échantillon la Norvège, le Canada et l'Italie, mais pas l'Espagne, l'Argentine ni l'Irlande alors qu'en début de période (1870), tous constituaient un ensemble relativement homogène. A l'inverse, le Japon est retenu alors qu'à cette date il occupait une position nettement en retrait. B. De Long montre que si l'on retient un ensemble de pays homogènes *ex ante*, l'hypothèse de convergence est invalidée sur cette période.

Pour éviter ce biais de sélection, il convient donc de constituer des groupes homogènes *ex ante*. Certains les constituent sans plus d'explication, en affirmant que « l'hypothèse d'un état régulier commun est raisonnable » (X. Sala i Martin [1996], p. 1028) et étudient, par exemple, la convergence des pays de l'OCDE depuis 1950, ou la convergence des régions des Etats-Unis, du Japon, ou des pays d'Europe occidentale (R. Barro & Sala i Martin [1996], X. Sala i Martin [1996]), alors que d'autres retiennent un critère géographique (qui peut paraître arbitraire) pour définir les sous-ensembles (régions du Nord de l'Europe vs. régions du Sud de l'Europe pour D. Neven & C. Gouyette [1994]).

La convergence locale est la deuxième notion importante introduite par des auteurs qui s'inscrivent, pour l'essentiel, dans le cadre d'analyse des nouveaux modèles de

croissance. Une hypothèse implicite des notions de convergence absolue et conditionnelle que nous avons définies est que les économies considérées sont caractérisées par un état régulier de croissance unique et globalement stable (l'effet des structures étant corrigé dans le cas de la convergence conditionnelle). Ce faisant, l'analyse de la convergence peut se réduire à l'analyse du comportement d'une économie représentative.

L'unicité et la stabilité de l'état régulier ont comme implication forte que les conditions initiales n'influent que transitoirement sur la trajectoire des pays, et si les économies sont affectées par un choc spécifique, elles ne seront détournées que provisoirement de leur sentier d'équilibre. Or, dès que l'on modifie, même à la marge, le modèle de croissance sous-jacent (O. Galor [1996], *Cf. infra*), ou, en s'éloignant plus sensiblement du schéma néoclassique, si l'on s'inscrit dans la logique des nouveaux modèles de croissance (P. Romer [1986], R. Lucas [1988] par exemple), on montre le plus souvent qu'il existe une multiplicité d'équilibres. De ce fait, même si les pays sont structurellement homogènes mais que les conditions initiales sont assez éloignées (ou, dit de manière plus 'technique', si les pays ne sont pas, à la date initiale, dans le bassin d'attraction du même état régulier (O. Galor [1996], p. 1058)), alors on n'assiste pas à une convergence de l'indicateur : les pays convergent *localement* vers leur état régulier d'équilibre et non plus *globalement* vers un état régulier unique. Dès lors, un choc spécifique peut affecter de manière permanente les économies, en les plaçant dans le bassin d'attraction d'un état régulier différent.

O. Galor [1996] prend l'exemple d'un modèle de croissance où l'épargne n'est pas une fraction constante de l'output, la part épargnée des revenus du travail différant de la part épargnée des revenus d'intérêt, les autres hypothèses du modèle de Solow étant conservées. Il montre que deux équilibres stables (k_a et k_c) et un équilibre instable (k_b avec $k_a < k_b < k_c$) émergent : si le pays se trouve à gauche de k_b , il converge vers k_a ; s'il se trouve à droite de k_b , il converge vers k_c . L'absence d'un équilibre unique, stable et global peut donc conduire à la formation de clubs de convergence non plus sur la base de différences structurelles mais sur la base de différences dans les conditions initiales.

Les critères de définition des sous-ensembles d'espaces ne sont dès lors plus les mêmes, puisqu'il ne s'agit pas de repérer les économies structurellement identiques, mais les économies dont les conditions initiales sont proches (Nous évoquons dans la

deuxième section les travaux empiriques de S. Durlauf & P. Johnson [1995] à l'échelon international, et celui de P. Jean-Pierre [1997] à l'échelon des régions d'Europe).

Il est clair que la distinction entre convergence conditionnelle et convergence locale n'est pas sans poser problème, car les tests de convergence ne permettent pas toujours de discriminer entre les deux interprétations. Le test de la relation [I.5] peut ainsi conduire à la conclusion erronée d'une β -convergence conditionnelle alors qu'en fait les pays convergent vers des états réguliers de croissance différents. S. Durlauf et P. Johnson [1995] montrent en ce sens que la dynamique émergeant de certains modèles de croissance endogène peut être décrite par la relation suivante :

$$y_{i,T} - y_{i,0} = \alpha + \beta(y_{i,0} - \gamma_{i,0}) + \varepsilon_{i,0,T} \quad [I.6]$$

avec $\gamma_i = \mu_n$ si le pays i converge vers l'état régulier n . L'omission de γ_i lors de l'estimation de la relation [I.3] biaise l'estimateur du coefficient β , qui peut être négatif en raison de la non prise en compte de la distribution initiale de l'indicateur autour des états d'équilibres²⁶. Autrement dit, si l'absence de convergence absolue n'invalide pas le modèle de Solow, la présence d'une convergence conditionnelle ne le valide pas, seule une évaluation des arguments théoriques avancés permettant de départager entre les tenants de la thèse de la convergence conditionnelle et ceux de la thèse de la convergence locale.

En résumé, il est possible, à ce stade du développement, de dégager trois notions de convergence (O. Galor [1996]) :

- i) la convergence absolue : les valeurs de l'indicateur pour les différents espaces convergent, indépendamment des structures et des conditions initiales,
- ii) la convergence conditionnelle : les valeurs de l'indicateur convergent pour les pays

²⁶ De manière plus intuitive, si l'on considère qu'il existe deux états d'équilibres k_a et k_b avec $k_a < k_b$, et qu'un groupe de pays pauvres (avec une valeur initiale de k identique pour tous les pays du groupe) convergeant vers k_a se trouve initialement loin de son état régulier et qu'un groupe de pays riches (avec, là aussi, une valeur initiale de k identique à l'intérieur du groupe) convergeant vers k_b se trouve initialement près de son état régulier, alors le taux de croissance des pays pauvres sera sensiblement supérieur au taux de croissance des pays riches, la β -convergence est donc validée, alors qu'en fait ils convergent vers deux états réguliers différents. On retrouve une argumentation similaire à celle distinguant convergence absolue et convergence conditionnelle, bien que les raisons tiennent aux conditions initiales et non plus aux structures.

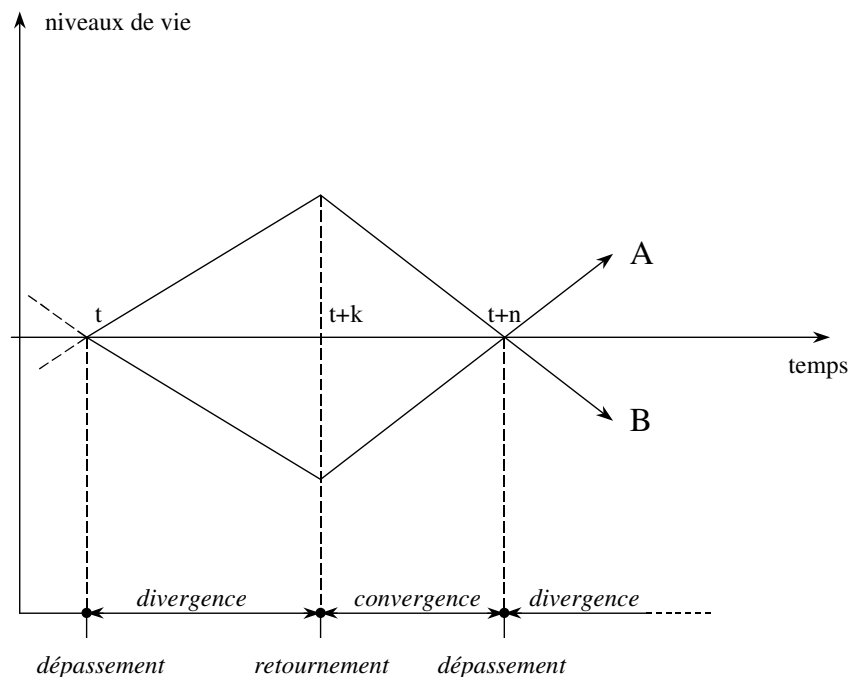
structurellement identiques, indépendamment des conditions initiales,

iii) la convergence locale : les valeurs de l'indicateur convergent pour les pays structurellement identiques et dont les conditions initiales sont suffisamment proches.

Convergence, divergence et retournement

La convergence conditionnelle et la convergence locale permettent de saisir la diversité spatiale des évolutions. A cette diversité spatiale s'ajoute parfois une diversité temporelle, qui correspond non plus à la coexistence, mais à la succession de phases de convergence et de phases de divergence. Autrement dit, il se produit parfois des retournements dans l'évolution relative des performances des espaces, que les notions précédemment définies ne permettent pas d'appréhender.

Figure 2 : la diversité temporelle des évolutions



La figure 2 illustre simplement la possibilité d'un processus de retournement. On considère deux économies A et B, pour lesquelles on dispose d'un indicateur de performance. En t , les performances des deux espaces sont identiques. De t à $t+k$, se produit une phase de divergence entre A et B, puis une phase de convergence, de $t+k$ à $t+n$. $t+k$ correspond à une rupture dans l'évolution quantitative de l'indicateur, que nous qualifions de retournement. En $t+n$, l'économie B est dépassée par l'économie A. Ces évolutions simples multiplient la diversité des possibles. Elles ne sont pas purement théo-

riques : nous verrons dans la deuxième section qu'elles se produisent parfois à l'échelle internationale, et, plus souvent, aux échelles régionales et surtout sectorielles. Nous verrons également, dans le deuxième chapitre, que les principales théories de la croissance ont du mal à appréhender de telles évolutions, qui obligent à s'extraire de l'opposition convergence/divergence.

Cette diversité temporelle des évolutions ne peut être appréhendée par les tests classiques. Nous avons montré (Cf. figure 1) que la σ -convergence peut être sous-tendue par diverses évolutions intra-distributionnelles, l'information qu'elle délivre sur les trajectoires des économies est donc limitée. X. Sala i Martin [1996] affirme bien que la β -convergence lui est complémentaire et donne une indication de la mobilité des économies à l'intérieur de la distribution, mais il s'avère qu'elle ne constitue une indication que de la mobilité d'une économie représentative, autrement dit du mouvement moyen des économies. La coexistence éventuelle d'une inertie des évolutions (des économies riches restent riches, des économies pauvres restent pauvres), d'une mobilité ascendante (des économies pauvres deviennent riches) et d'une mobilité descendante (des économies riches deviennent pauvres) ne peut donc être repérée à l'aide des tests de β -convergence. De même, la méthode consistant à définir des sous-ensembles homogènes d'espaces, que l'on se base sur leurs structures ou sur leurs conditions initiales pour regrouper ces espaces, ne permet pas de révéler l'éventuelle diversité temporelle des évolutions (les clubs étant définis une fois pour toute).

Afin de pallier cette lacune, de nouvelles méthodologies ont été développées, qui n'étudient plus le comportement d'une économie représentative, mais s'intéressent à l'évolution de la distribution dans son ensemble.

Une première méthode, utilisée notamment par D. Quah [1996] et C. Jones [1997], consiste à procéder à l'estimation de la densité de probabilité de la distribution d'un indicateur (F_t) à différentes dates t à l'aide des outils de la statistique non paramétrique. L'objectif est d'obtenir des « instantanés » qui nous donnent des indications sur la trajectoire de la distribution *dans son ensemble*, et permettent de se prononcer sur son éventuelle multimodalité²⁷. La limite essentielle de cette première méthode est de ne pas

²⁷ Dans la statistique paramétrique, on suppose que les données sont tirées d'une famille de distributions

nous renseigner précisément sur la mobilité intra-distributionnelle²⁸.

Une deuxième possibilité d'analyse de l'ensemble de la distribution de l'indicateur, qui pallie cette lacune, consiste à considérer la convergence comme un processus de transition des économies vers un ensemble fini d'états, processus qui peut être modélisé comme une chaîne de Markov (D. Quah [1993], B. Fingleton [1997]). Prenons l'exemple d'un ensemble d'économies pour lesquelles on dispose d'un indicateur de performance pour les périodes t à $t+n$. On définit un ensemble de I intervalles de valeurs qui correspondent à autant d'états dans lesquels peuvent se trouver les économies (par exemple 4 états : très pauvre, pauvre, riche, très riche), et l'on construit à partir des observations une matrice de transition, en recensant l'ensemble des économies se trouvant à l'état $i=1..I$ en t et $j=1..I$ en $t+n$:

$$M = \begin{bmatrix} m_{11} = \frac{n_{11}}{n_{1\bullet}} & m_{12} = \frac{n_{12}}{n_{1\bullet}} & \dots & m_{1I} = \frac{n_{1I}}{n_{1\bullet}} \\ & & & \\ & & m_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_{i\bullet}} & \\ & & & \\ & & & m_{II} = \frac{n_{II}}{n_{I\bullet}} \end{bmatrix}$$

n_{ij} est le nombre d'économies se trouvant à l'état i en t et à l'état j en $t+n$. m_{ij} est la proportion de ces économies dans l'ensemble des économies se trouvant à l'état i en t . Les éléments de la diagonale principale sont les proportions d'économies n'ayant pas changé d'état. Par construction, les éléments de M sont non négatifs et la somme de chaque ligne est égale à 1.

La simple construction de cette matrice est intéressante, car elle permet de repérer et de

paramétriques connues, une distribution normale par exemple. Dans ce cas, on estime f en calculant à partir des données des estimateurs de μ et de σ^2 et en les substituant dans la formule de la densité normale. Dans la statistique non paramétrique, les hypothèses sur la distribution empirique sont moins fortes puisqu'il s'agit de faire 'parler les données'. De manière très schématique, la méthode utilisée dans les travaux empiriques consiste à associer à chaque observation une fonction de Gauss, puis à sommer ces différentes fonctions pour obtenir une fonction de densité continue (pour de plus amples développements, Cf. B. Silverman [1986], ainsi que D. Bosq & JP. Lecoutre [1987]).

²⁸ D. Quah [1997] propose des méthodes plus sophistiquées qui s'inscrivent dans le prolongement de l'estimation fonctionnelle et permettent de repérer cette mobilité intra-distributionnelle. Nous préférons ici nous limiter à la méthode la plus simple des chaînes de Markov.

mesurer l'ampleur des forces d'inertie et de la mobilité des économies : des valeurs importantes de la diagonale principale indiquent une inertie importante des évolutions (les économies situées initialement dans une classe donnée restent dans cette classe en fin de période) ; des valeurs significatives à droite de la diagonale principale indiquent l'existence d'une mobilité ascendante (les économies passent dans une classe de l'indicateur supérieure à leur classe initiale), alors qu'à gauche de cette même diagonale, il s'agit d'une mobilité descendante (les économies passent dans une classe inférieure à leur classe initiale).

Il est possible d'aller plus loin en utilisant les mathématiques des chaînes de Markov. Si l'on suppose, dans le cas le plus simple, que les probabilités de transition sont constantes dans le temps, c'est-à-dire que $m_{ij}(t) = m_{ij}$ pour tout t , et si l'on note $p_i(t)$ la probabilité d'être à l'état i en t , le vecteur des probabilités p évolue comme suit :

$$p(t+1) = p(t)M = p(0)M^{t+1} \quad [I.7]$$

Une conséquence essentielle de cette relation est qu'il existe un vecteur ligne de dimension $1 \times I$ noté s , tel que $s = sM$, appelé le vecteur de probabilité ergodique –ou distribution d'équilibre– de la chaîne de Markov, vers lequel tend chaque ligne de la matrice M^t quand t tend vers l'infini (Cf. B. Fingleton [1997]). Les valeurs de ce vecteur de probabilité sont atteintes lorsque les proportions d'économies dans chaque état restent constantes avec le temps. En d'autres termes, il est possible d'analyser la distribution d'équilibre du processus et de repérer notamment son unimodalité ou sa multimodalité.

Les développements de cette première section ont montré que le choix des indicateurs et des notions de convergence n'est pas neutre, et peut influencer sur les résultats obtenus. Si le choix d'indicateurs de productivité se justifie assez facilement, la question des notions de convergence, et des tests afférents, est plus problématique. Les notions les plus courantes de convergence absolue, conditionnelle et locale sont certes importantes, mais elles limitent *a priori* la diversité potentielle des évolutions.

Cela ne signifie pas nécessairement que les évolutions effectives présenteront une telle diversité. Mais en limitant l'ensemble des possibles, il est clair que l'on s'interdit de

repérer certains processus qui peuvent s'avérer déterminants. En gardant à l'esprit cette diversité potentielle, nous allons maintenant recenser les principaux travaux empiriques testant l'hypothèse de convergence.

Section II. Les enseignements des travaux empiriques

Nous procédons dans cette deuxième section à une revue non exhaustive des travaux empiriques s'intéressant à la convergence des performances des espaces nationaux et infra-nationaux. Comme nous l'avons déjà souligné, l'objectif est moins de dresser un compte-rendu exhaustif des dynamiques à l'œuvre que de dégager un ensemble restreint de faits stylisés. Par ailleurs, compte tenu de notre problématique, notre attention se portera essentiellement sur un sous-ensemble d'économies développées.

Dans un premier point, nous nous intéressons aux comparaisons internationales, d'abord à l'échelle mondiale et ensuite au sein des pays développés. Dans un deuxième point, nous focalisons notre attention sur la convergence régionale au sein des pays développés, en nous attardant quelque peu sur les régions françaises. Le troisième point recense les travaux réalisés à l'échelon sectoriel, là encore pour un sous-ensemble de pays développés. Nous concluons en présentant l'ensemble des faits stylisés sur lesquels devra porter l'effort d'explication.

§1. Comparaisons internationales

L'émergence de nouveaux modèles de croissance concluant, à la différence du modèle néoclassique, à la divergence des économies (*Cf.* le deuxième chapitre), ainsi que la constitution de bases de données importantes sur les niveaux de richesse ou de performance d'un ensemble large de pays (notamment de A. Maddison [1995] et R. Summers & A. Heston [1991]), ont renforcé l'intérêt, et favorisé la mise en œuvre de travaux empiriques conséquents.

A l'échelle mondiale, ces travaux démontrent la coexistence d'une inertie des évolutions, qui se traduit concrètement par une polarisation des richesses au sein des pays développés, et d'une mobilité, ascendante ou descendante, de quelques économies. En se limitant à un sous-ensemble de pays développés, on observe une phase de convergence des années 50 aux années 70, interrompue depuis.

Convergence mondiale

D'après les données de A. Maddison [1995], de 1820 à 1992, la population mondiale a été multiplié par 5 et le PIB mondial par 40, signes d'une croissance forte du niveau moyen de richesse à l'échelle de la planète. A. Maddison, qui distingue sept groupes de pays, montre cependant que le PIB par habitant a été multiplié par 17 dans les pays neufs (Australie, Canada, Etats-Unis, Nouvelle-Zélande), par 13 en Europe Occidentale, mais par 6 en Europe de l'Est et seulement par 3 en Afrique. L'écart de revenu le plus important entre deux pays correspondait à un rapport de 3/1 en 1820, de 11/1 en 1913, de 35/1 en 1950, de 40/1 en 1973 et de 72/1 en 1992. L'ampleur des disparités constatée en 1820 s'est donc considérablement renforcée sur toute la période.

Sur la période plus récente allant de 1960 à 1990, R. Barro & X. Sala i Martin [1996] montrent que, à partir d'un ensemble de plus de 100 pays, le taux de croissance du PIB réel par tête est indépendant de son niveau de 1960, invalidant l'hypothèse d'une β -convergence absolue. Ces auteurs testent ensuite l'hypothèse d'une β -convergence conditionnelle, qui se trouve validée (Cf. également G. Mankiw, D. Romer & D. Weil [1992]).

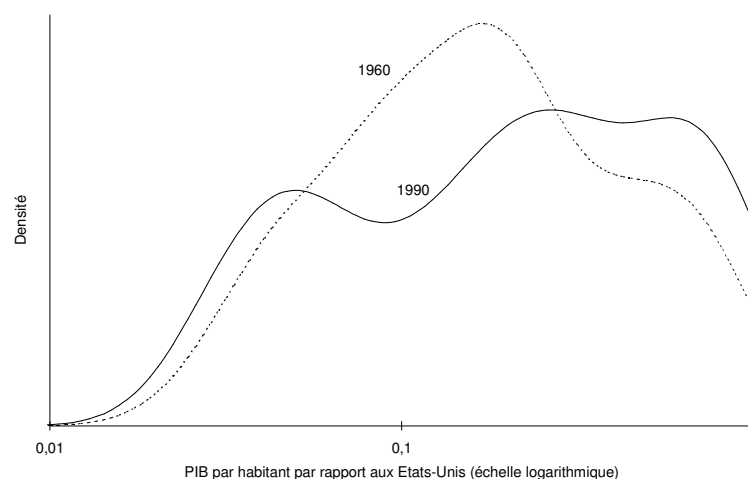
Toutefois, comme nous l'avons précisé, la convergence conditionnelle peut masquer, et semble effectivement masquer, une convergence locale : S. Durlauf & P. Johnson [1995] utilisent la même base de données que G. Mankiw, D. Romer & D. Weil [1992], mais des méthodes économétriques différentes pour tester l'hypothèse de convergence locale. Ils repèrent quatre clubs différents, caractérisés par des fonctions de production agrégées significativement différentes, l'appartenance aux clubs dépendant des situations initiales des pays. Ils interprètent leurs résultats comme la démonstration d'un processus de convergence à équilibres multiples²⁹.

Afin d'affiner l'analyse des évolutions, nous avons procédé dans un premier temps à l'estimation de la densité de la distribution du PIB par habitant rapporté au PIB par habitant des Etats-Unis pour 1960 et 1990, à partir des données actualisées de R. Summers & A. Heston [1991], pour un échantillon de 104 pays. Les résultats obtenus sont qualita-

²⁹ Le modèle qui sous-tend leur travail est proche du modèle avec externalités de seuil de C. Azariadis & A. Drazen [1990.]

tivement identiques à ceux de D. Quah [1996b] et de C. Jones [1997]³⁰ :

**Graphique 1 : Densités estimées des distributions du PIB par habitant
(par rapport aux Etats-Unis, pour 1960 et 1990)**



On remarque en premier lieu que la densité a sensiblement évolué entre les deux dates, passant d'une allure unimodale à une allure bi-modale. La densité des classes intermédiaires s'est sensiblement réduite au profit des classes inférieures et supérieures, ce qui traduit une polarisation marquée des performances (D. Quah [1996b]). Si l'on assiste bien à un processus de rattrapage du leader par d'autres économies, ce processus ne concerne qu'un ensemble limité d'économies. Dans le même temps, un autre sous-ensemble de pays de densité croissante a vu au contraire ses performances (relatives) se détériorer³¹.

L'analyse de la trajectoire de la distribution peut être complétée par la construction des matrices des probabilités de transition, qui permet notamment de mesurer l'ampleur de la mobilité à l'intérieur de la distribution. Nous l'avons dit en introduction, une telle mobilité se retrouve dans l'évolution de pays comme Singapour et la Corée du Sud (mobilité ascendante), ou comme le Venezuela (mobilité descendante). La construction des matrices de transition permet cependant d'avancer des résultats plus généraux.

³⁰ Le premier estime la densité des PIB par habitant par rapport à la moyenne mondiale pour une période plus restreinte, le deuxième le PIB par travailleur par rapport à celui des Etats-Unis, également pour une période légèrement plus restreinte.

³¹ C. Jones [1997] souligne que si l'on considérait les taux de croissance absolus, la densité estimée serait plus droite, puisque sur la période le taux de croissance annuel moyen des Etats-Unis est de 1,4%.

**Tableau 4 : Matrices de transition pour 118 pays de 1962 à 1984
(PIB par habitant par rapport à la moyenne mondiale)**

		$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	2	∞
(456)	$\frac{1}{4}$	0,97	0,03			
(643)	$\frac{1}{2}$	0,05	0,92	0,04		
(639)	1		0,04	0,92	0,04	
(468)	2			0,04	0,94	0,02
(508)	∞				0,01	0,99
Limite ergodique		0,24	0,18	0,16	0,16	0,30
		$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	2	∞
(17)	$\frac{1}{4}$	0,76	0,12	0,12		
(29)	$\frac{1}{2}$	0,52	0,31	0,10	0,07	
(35)	1	0,09	0,20	0,46	0,26	
(17)	2			0,24	0,53	0,24
(20)	∞				0,05	0,95
Limite ergodique		0,16	0,05	0,10	0,12	0,57

Source : D. Quah [1993], p. 431. Les cellules non renseignées ont des valeurs nulles.

D. Quah [1993] a construit deux matrices (Cf. tableau 4), la première reprenant les probabilités de transition d'une classe i à une classe j d'une année à la suivante (sur la période 1962-1984), la deuxième reprenant les probabilités de transition, mais de la période initiale (1962) à la période finale (1984). Le nombre d'observations (entre parenthèses dans la première colonne) est égal au nombre d'économies multiplié par le nombre de couples d'années (23 dans le premier cas, 1 dans le deuxième cas). Les valeurs de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1 et 2 permettent de classer les économies : par exemple, une valeur de $\frac{1}{4}$ signifie que l'économie a un PIB par habitant inférieur ou égal au quart du PIB mondial par habitant. La première valeur de la première matrice (0,97) signifie que 97% des économies dont l'indicateur est inférieur au quart du PIB mondial à une période t (comprise entre 1961 et 1984) voient leur PIB par habitant rester inférieur à cette valeur à la période suivante. Le PIB par habitant des 3% restants est par contre compris entre $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{2}$ du PIB mondial par habitant à la période suivante.

Les valeurs de la diagonale principale de la première matrice sont logiquement plus élevées que celles de la deuxième matrice (les probabilités de changer de classes d'une année à la suivante sont plus faibles que les probabilités de changer de classes sur 23 ans). On remarque que, pour les deux matrices, l'inertie est plus forte pour les classes extrêmes. Cette inertie se combine à une certaine mobilité puisque quelle que soit la classe d'origine, les probabilités de transition vers les classes adjacentes sont non nulles, qu'il s'agisse d'une mobilité ascendante ou descendante. Les résultats de la deuxième matrice sont qualitativement identiques, mais plus prononcés que ceux de la première

matrice : l'inertie des classes extrêmes est plus importante que pour les classes intermédiaires, et l'on observe également une mobilité des économies non négligeable qui ne se limite pas, cette fois, aux classes adjacentes. L'hypothèse d'un processus global de convergence ou de divergence des économies est donc largement infirmée, et, de manière plus intéressante, on observe une diversité des dynamiques où se combinent à la fois inertie et mobilité.

Le calcul des distributions d'équilibre (limites ergodiques des matrices des probabilités de transition) des deux matrices aboutit également à des résultats qualitativement identiques : dans les deux cas, les classes extrêmes ont les valeurs d'équilibre les plus élevées, ce qui tendrait à valider l'hypothèse d'une polarisation des richesses et d'une divergence entre les performances des pays les plus 'riches' et les pays les plus 'pauvres'.

Convergence au sein des pays développés

Les travaux empiriques invalidant l'hypothèse de convergence globale pour de larges échantillons de pays, de nombreux auteurs se sont tournés sur des ensembles plus restreints d'économies, et notamment sur le sous-ensemble des pays développés. Dans une des premières analyses, W. Baumol [1986] a montré l'existence d'une β -convergence absolue au sein d'un sous-ensemble de 16 pays développés sur l'ensemble de la période de 1870 à 1979. Cependant, comme nous l'avons dit, le choix des pays était fortement biaisé. B. De Long [1988] a ainsi montré l'inexistence d'un tel processus dès lors que le choix se porte sur un sous-ensemble de pays homogènes *ex ante* et non *ex post*. Si l'on retient la période plus réduite allant des années 50 aux années 90, on observe par contre une β -convergence absolue pour l'ensemble des pays de l'OCDE³².

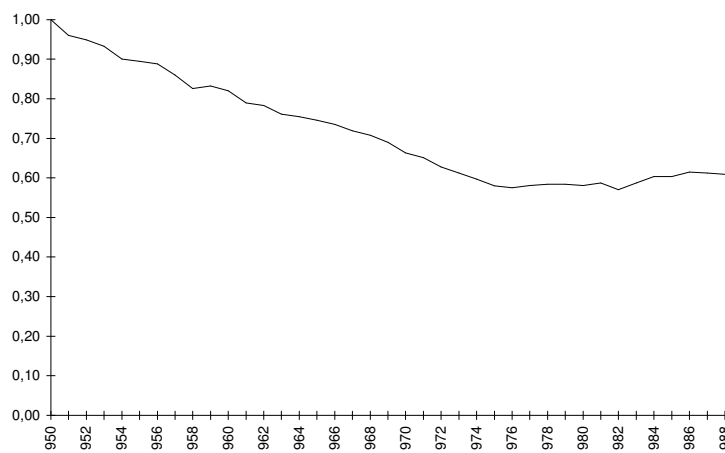
Ces résultats semblent confirmés par les analyses de A. Maddison [1995] qui montre que le processus de convergence au sein des pays développés dans l'après-guerre a succédé à une phase de divergence marquée entre le leader américain et les autres pays développés entre la fin du 19^{ème} siècle et le début des années 50.

Cette β -convergence absolue ne semble cependant pas s'accompagner d'une σ -

³² R. Barro & X. Sala i Martin [1996] montrent par exemple l'existence d'une telle convergence pour les 20 membres initiaux de l'OCDE de 1960 à 1985.

convergence, tout au moins pas sur l'ensemble de la période.

**Graphique 2 : σ -convergence au sein des pays de l'OCDE
PIB réel par habitant (1950-1988)**



Source : le graphique a été effectué à partir des données publiées dans G. Boyle & T. McCarthy [1997]. Elles proviennent de la base de donnée PENN5 dataset de R. Summers & A. Heston [1991]. Il s'agit des PIB réels par habitant aux prix internationaux de 1985.

Le graphique 2 montre en effet que le processus de σ -convergence n'a été à l'oeuvre que jusqu'au milieu des années 70, les disparités paraissant se stabiliser ensuite. Resitué dans la longue période, le processus de réduction des disparités à l'échelle mondiale ne concerne donc qu'un ensemble limité d'économies et ne s'est déroulé que sur une période relativement réduite.

**Tableau 5 : σ -convergence des trois indicateurs de convergence
14 pays de l'OCDE (1970-1988)**

Coefficients de variation non pondérés	1970	1979	1988
Y/L	0,26	0,19	0,15
PTF	0,17	0,15	0,13
K/L	0,29	0,19	0,16

Source : chiffres extraits de E. Wolff [1994].

Le tableau 5 permet d'affiner l'analyse sur la période plus récente allant des années 70 aux années 90, en distinguant selon les sources premières de la croissance. La σ -convergence, mesurée par l'évolution des coefficients de variations non pondérés des trois principaux indicateurs de convergence, et pour un sous-ensemble encore plus restreint de 14 pays, concerne aussi bien la productivité du travail, l'intensité capitalistique que la productivité totale des facteurs. On remarque cependant que cette σ -convergence est nettement plus marquée sur la première sous-période que sur la seconde pour les

deux premiers indicateurs, alors que les disparités des niveaux de PTF, plus faibles en 1970, se sont réduites moins sensiblement.

L'un des enseignements essentiels de cette décomposition est l'hétérogénéité assez marquée des niveaux de PTF, hétérogénéité qui semble de plus faiblement décroissante. Nous verrons qu'en se limitant à l'industrie, cette hétérogénéité est plus forte et croissante. Ces résultats remettent en cause la pertinence de l'hypothèse d'un progrès technique identique pour tous les pays, hypothèse retenue dans les modèles néoclassiques de croissance.

§2. Comparaisons interrégionales

La plupart des travaux empiriques relatifs à l'évolution des performances des espaces se sont concentrés sur des comparaisons internationales, une des explications de ce choix tenant aux données statistiques disponibles, beaucoup plus rares à l'échelle infranationale. Un examen même superficiel des disparités régionales au sein des pays développés démontre pourtant la pertinence du problème régional.

Si l'on s'en tient aux régions des pays de la Communauté Européenne (pour lesquelles on dispose de données), et si l'on fixe à 100 l'indice moyen du PIB par habitant, il s'avère ainsi que les régions les plus 'riches', en 1991, sont le Groningue et le Land de Hambourg (indice de 183) et les régions les plus pauvres sont la Calabre (59) et l'Estrémadure (49)³³. Le PIB par habitant de la région de Hambourg est le triple du PIB par habitant de la Calabre, alors que la différence entre le PIB par habitant de l'Allemagne et de l'Italie est sensiblement plus faible et comparativement négligeable. Comme le soulignent J. Fagerberg & B. Verspagen [1995], ce rapport de 3 pour 1 correspond à l'écart entre un pays développé comme l'Allemagne et un pays en voie de développement comme le Costa Rica ou l'Afrique du Sud.

La convergence régionale dans les pays développés

A l'échelle régionale, une analyse empirique conséquente a été effectuée par R. Barro & X. Sala i Martin [1996] sur les régions des Etats-Unis, du Japon et d'Europe.

³³ Ces chiffres sont extraits de J. Labasse [1994], p. 24-25.

S'agissant de la β -convergence absolue des PIB par habitant, R. Barro & X. Sala i Martin [1996], qui distinguent 9 sous-périodes entre 1880 et 1990 pour les états des Etats-Unis, observent un processus de convergence pour 8 des 9 sous-périodes et un processus de divergence de 1920 à 1930. Le coefficient de convergence n'est cependant pas significatif pour la sous-période la plus récente de 1980 à 1990. Pour le Japon, la période 1955-1990 est subdivisée en 7 sous-périodes de 5 ans. Pour 3 d'entre elles, l'hypothèse de convergence est rejetée (1955-1960, 1965-1970, 1980-1985). Pour les régions européennes, l'hypothèse testée est celle d'une β -convergence conditionnelle des régions par rapport à la moyenne nationale (en raison des données dont ils disposent). On observe une convergence stable et constante dans le temps des régions pour les quatre sous-périodes allant de 1950 à 1990.

J. Fagerberg et B. Verspagen [1995], qui s'en tiennent à l'hypothèse de β -convergence absolue, montrent que les PIB par habitant des régions européennes³⁴ ont convergé rapidement de 1950 à 1970 et plus faiblement de 1970 à 1990. L'hypothèse de convergence sur la dernière décennie (1980-1990) est par contre rejetée.

Tableau 6 : L'hypothèse de β -convergence absolue des régions européennes

	α	β	R ²
1950-1970	0,066	-0,029	0,39
(t)	(18,2)	(5,84)	
1970-1990	0,060	-0,018	0,31
(t)	(13,3)	(5,94)	
1980-1990	0,028	-0,006	0,02
(t)	(4,12)	(1,51)	

Source : J. Fagerberg & B. Verspagen [1995]

D. Neven & C. Gouyette [1994] étudient la σ et la β -convergence absolue et conditionnelle des régions européennes de 1975 à 1990, au sein desquelles ils distinguent le club des régions du sud et le club des régions du nord de l'Europe. Ils montrent que si la β -convergence absolue est validée, la vitesse de convergence est très faible, et semble plus marquée pour les régions du sud (plus hétérogènes) que pour les régions du nord. Soulignons de plus que les tests sont sensiblement plus robustes lorsque sont introduites des variables muettes pour les pays : en d'autres termes, les régions semblent converger

³⁴ Les pays sont l'Allemagne, la Belgique, la France, l'Italie, les Pays-Bas et le Royaume-Uni, qui rassemblent 70 régions NUTS 2.

vers la moyenne de leur pays respectif plutôt que vers la moyenne européenne ³⁵. Une autre étude portant sur les régions européennes effectuée par H. Capron [1997] pour 138 des 178 régions NUTS2 sur la période 1970-1990 confirme ce résultat : Capron propose en effet un modèle qui permet de décomposer la convergence des régions vers la moyenne européenne en une convergence infra-nationale (les régions convergent vers la moyenne de leur pays d'appartenance) et une convergence inter-nationale (les pays convergent vers la moyenne européenne), et montre que la convergence infra-nationale est sensiblement plus forte. D. Neven & C. Gouyette [1994] distinguent ensuite deux sous-périodes (1980-1985 et 1985-1990) et montrent que les schémas de convergence sont inversés pour le nord et le sud, les régions du nord convergent seulement sur la deuxième sous-période, les régions du sud seulement sur la deuxième.

P. Jean-Pierre [1997] propose une analyse intéressante de la convergence locale des régions européennes. Il procède à la sélection et au test de seuils de convergence pour déterminer différents clubs de régions. Il détermine ainsi trois clubs de régions, le premier constitué de 47 régions dont le PIB par habitant est inférieur à 6000 EURO en 1980, le second comprend 76 régions dont le PIB est compris entre 6000 et 9400 EURO et le troisième de 20 régions dont le PIB par habitant est supérieur à 9400 EURO³⁶. Le club des régions 'pauvres' est constitué majoritairement de régions du sud de l'Europe³⁷, et le club des régions 'riches' est constitué exclusivement de régions du nord de l'Europe³⁸. P. Jean-Pierre [1997] aboutit alors au résultat d'une β -convergence absolue du club de régions 'riches' et du club de régions 'intermédiaires', mais de l'absence d'une telle convergence pour le club des régions 'pauvres' ; et montre de plus que la vitesse de convergence est sensiblement plus élevée pour le club de régions intermédiaires. Le processus global de convergence résulterait donc de la coexistence de différents régimes de croissance aux évolutions spécifiques.

³⁵ Les auteurs concluent à une β -convergence car les coefficients estimés sont significativement différents de 0. Les R^2 oscillent cependant entre 0,00 et 0,09 pour les tests de β -convergence absolus sans variables muettes... Il est donc plus qu'hasardeux d'affirmer que cette β -convergence induit une σ -convergence.

³⁶ Comme nous l'avons mentionné dans la section précédente, une telle méthodologie ne permet pas d'analyser l'éventuelle mobilité des régions entre les clubs, qui sont définis une fois pour toute.

³⁷ La liste des régions du premier club est également proche de la liste des régions visées par l'objectif 1 de la Communauté Européenne.

³⁸ Ce résultat valide dans une certaine mesure la distinction opérée par D. Neven & C. Gouyette [1994]. Le fait qu'il n'y ait pas de tel déterminisme géographique pour le club 'intermédiaire' invite cependant à

Les conclusions sont encore plus ambiguës s'agissant de l'analyse de la σ -convergence : R. Barro & X. Sala i Martin [1996] montrent que l'évolution des disparités est non linéaire pour les Etats-Unis, puisque si elles ont globalement diminué de 1880 à 1990, elles ont connu des phases d'accroissement de 1920 à 1930 et de 1975 à la fin des années 80 ; pour le Japon, les disparités interrégionales ont augmenté de 1930 à 1940, puis fortement diminué jusqu'à 1978 pour augmenter de nouveau depuis cette période ; en Europe enfin, on assiste à un déclin global mais de faible ampleur des dispersions régionales au sein de chaque pays depuis 1950, avec une relative stabilité des dispersions depuis le début des années 70. Le classement des pays de l'étude par ordre décroissant de dispersion place l'Italie en première position (dispersion la plus forte), suivie par l'Espagne, l'Allemagne, la France et le Royaume-Uni. H. Capron [1997] conclue également à la réduction des disparités régionales entre 1970 et 1990, le coefficient de variation du PIB par habitant passant de 29,2 à 27,9, mais avec une phase d'augmentation du coefficient en milieu de période.

Bien que n'ayant pas fait l'objet d'études empiriques aussi approfondies, la mobilité des économies se retrouve également, de manière plus fréquente, à l'échelle infranationale. P. Aydalot [1985] cite comme exemples de mobilité descendante le Pays de Galle, Liverpool, Manchester et Glasgow qui sont en déclin après avoir été les premières régions touchées par la révolution industrielle et parmi les régions les plus riches du monde. Dans le même sens, la Wallonie, région riche de Belgique, est maintenant dépassée par la Flandre. En France, le déclin des vieilles régions industrielles et l'essor des régions du sud témoignent d'un processus similaire (p. 159-160). R. Uhrich [1987] analyse quant à lui, à partir de différents indicateurs, la localisation des hommes et des activités dans les régions françaises, allemandes et américaines, et montre clairement le mouvement de bascule au profit des 'Suds' des pays. Les anciennes régions dominantes semblent repousser les activités, alors que des régions 'neuves' les attirent.

D. Quah [1997] propose des matrices des probabilités de transition à l'échelle régionale, pour un ensemble de 140 régions européennes (NUTS2), sur la période 1980-1990 qui peuvent servir de base à l'analyse de la mobilité des économies³⁹.

nuancer cette distinction.

³⁹ Il propose également de telles matrices pour différents pays (Grèce, Espagne, Portugal, France, Italie).

Tableau 7 : L'évolution des performances des régions européennes de 1980 à 1989

	0,64	0,87	0,95	1,05	1,17	∞
(247)	0,91	0,02	0,02	0,05		
(232)	0,03	0,91	0,07			
(231)		0,07	0,81	0,12		
(227)			0,11	0,84	0,04	
(233)				0,08	0,86	0,06
(228)					0,08	0,92
limite ergodique	0,05	0,18	0,23	0,27	0,15	0,12

Les performances sont mesurées par le PIB par habitant par rapport à la moyenne européenne. Ce tableau est extrait de D. Quah [1997].

Les limites des classes de l'indicateur (PIB par habitant par rapport à la moyenne européenne) ont été calculées automatiquement, de telle sorte que la distribution initiale entre les différentes classes soit équilibrée (dans la première colonne figure le nombre d'observations pour chaque classe en t)⁴⁰. La dispersion est bien sûr sensiblement plus faible qu'à l'échelle internationale, même si les disparités sont loin d'être négligeables. On observe, comme à l'échelle internationale, une inertie plus forte des classes extrêmes, tempérées par une certaine mobilité vers les classes adjacentes (et même au delà pour la première classe). La limite ergodique de la matrice est unimodale, ce qui atteste d'un processus de convergence des valeurs de l'indicateur, mais la dispersion reste conséquente puisque 5 des 6 classes ont des valeurs limites supérieures à 12%, ce qui atteste d'une certaine faiblesse du processus.

Les différents travaux recensés montrent que la conclusion d'une convergence régionale au sein des principaux pays développés semble à nuancer, notamment en ce qui concerne les régions européennes. Une certaine diversité apparaît, que C. Neven & D. Gouyette [1994] résument par une opposition Europe du Nord – Europe du Sud. De manière plus probante, P. Jean-Pierre [1997] démontre l'existence de différents régimes de croissance européen, qui ne correspond pas parfaitement à cette opposition. Les quelques éléments avancés sur la mobilité des régions à l'échelle de l'Europe renforce l'idée d'une diversité assez importante des évolutions relatives.

La convergence des régions françaises

Les disparités régionales en France sont bien sûr plus faibles que les disparités interna-

⁴⁰ Nous n'avons pas repris en ligne les limites des classes de l'intervalle, qui sont bien sûr les mêmes qu'en colonne : la première ligne correspond aux économies qui, à la date initiale, avait un indicateur inférieur à 64% (0,64) de la moyenne européenne.

tionales pour de larges échantillons de pays, ou même que les disparités régionales à l'échelle de l'Europe. Le rapport entre la région la plus riche (l'Ile de France) et la région la plus pauvre (le Limousin en 1981 et le Languedoc-Roussillon en 1992) est cependant de 1,88 en 1981 et de 2,02 en 1992⁴¹.

L'évolution des performances des régions françaises, mesurée par l'évolution du PIB par habitant, est conforme à l'évolution européenne constatée : on assiste sur la période 1950-1990 à une β -convergence absolue, avec un coefficient de corrélation de 0,55 (R. Barro & X. Sala i Martin [1996]). Afin d'affiner les résultats, nous avons procédé à l'estimation d'une relation proche de celle retenue par ces auteurs, pour la période de 1975 à 1992, décomposée ensuite en trois sous-périodes (1975-1981, 1981-1987, 1987-1992). La relation a été testée en excluant la Corse (problème de données). Si l'on inclut l'Ile de France, la relation est totalement invalidée. Etant donné qu'il s'agit de la région leader, cela signifie que l'hypothèse d'un rattrapage de l'Ile de France par les autres régions est infirmée.

Si l'on exclut l'Ile de France, le test de β -convergence absolue est validé sur l'ensemble de la période mais, conformément aux résultats de J. Fagerberg & B. Verspagen [1995], la relation se détériore pour les sous périodes récentes. Le coefficient β est fortement significatif pour la première sous-période, faiblement significatif pour la deuxième et non significatif pour la dernière. Dans le même sens, le R^2 , égal à 0,59 pour l'ensemble de la période, passe de 0,54 de 1975 à 1981, à 0,29 de 1981 à 1987 et à 0,14 de 1987 à 1992.

Le calcul du coefficient de variation (non pondéré) du PIB par habitant de 1975 à 1992 confirme ces tendances : si l'on prend en compte l'ensemble des régions, il passe de 16,8 en 1975 à 15,3 en 1980, pour remonter à 16,1 en 1992. Si l'on exclut du calcul l'Ile de France, le coefficient, nettement inférieur, régresse de 10,4 en 1975 à 9,5 en 1980 et à 7,1 en 1992. L. Davezie [1995] procède à des calculs similaires pour la période de 1975 à 1990, mais, dans son travail, les coefficients de variation sont pondérés par les populations régionales. Il remarque que le coefficient de variation a eu tendance à dimi-

⁴¹ La région la plus pauvre en 1992, si l'on en croit les statistiques disponibles, est la Corse. Compte tenu des problèmes de données pour cette région, nous ne l'avons pas prise en compte dans ces calculs. Si l'on inclut la Corse, le rapport est de 2,22 en 1992.

nuer de 1975 à 1980, pour remonter depuis⁴².

Nous avons ensuite procédé à l'élaboration des matrices des probabilités de transition, en suivant la méthodologie de D. Quah [1993], pour le PIB par habitant des régions rapporté au PIB par habitant de la France, et sur la période 1981-1992. La matrice correspond aux probabilités de passage de t à $t+1$. On dispose donc pour élaborer cette matrice de 22 régions * 11 couples d'années, soit 242 observations. Nous avons retenu des valeurs espacées régulièrement pour définir les classes de l'indicateur, de telles sortes que la distribution initiale des régions/années soit à peu près équilibrée (le nombre de régions/années en t figure entre parenthèses dans la première colonne).

Tableau 8 : évolution des performances des régions françaises					
	0,80	0,85	0,90	0,95	∞
(49)	0,82	0,18			
(58)	0,14	0,83	0,03		
(46)		0,07	0,85	0,09	
(39)	0,03	0,03	0,18	0,74	0,03
(50)				0,04	0,96
Limite ergodique	0,32	0,41	0,17	0,06	0,04

Une fois encore, on constate la coexistence d'une inertie des évolutions et d'une certaine mobilité des économies entre les classes de l'indicateur. La limite ergodique de la distribution révèle cependant une allure unimodale, le poids de l'Ile de France expliquant que le mode corresponde à la classe $]0,80 - 0,85]$ de l'indicateur, et non pas à un indicateur proche de 1. Cette distribution d'équilibre témoigne sans doute d'une tendance à la convergence régionale, mais, d'une part, cette convergence n'est pas synonyme de rattrapage de l'Ile de France et, d'autre part, elle n'élimine pas l'ensemble des disparités.

§3. Comparaisons internationales sectorielles

Les travaux empiriques sur la convergence se sont dans un premier temps essentiellement focalisés sur la convergence des indicateurs agrégés, en raison des données disponibles bien sûr, mais aussi parce que l'enjeu essentiel était de départager les modèles de

⁴² Il montre également que pour les revenus disponibles bruts, la tendance est à une diminution sensible de 1962 à 1985, bien que depuis cette date, le coefficient de variation pondéré de cet indicateur s'est accru. Les évolutions des disparités régionales sont donc contradictoires, selon que l'on s'occupe des disparités de production ou des disparités de revenu. L'évolution de ces dernières démontre l'importance des effets redistributifs.

croissance néoclassiques des nouveaux modèles de croissance (D. Dollar & E. Wolff [1988]).

Il est clair, pourtant, que les pays développés tendent à se spécialiser dans des sous-ensembles d'activité, tant et si bien que M. Porter [1993], dans son ouvrage influant, affirme qu'il « convient d'étudier non l'économie dans son ensemble, mais des secteurs et segments industriels particuliers » (p. 9) pour expliquer les différentiels de compétitivité des pays ; et de citer l'exemple de l'Allemagne, spécialisée dans l'imprimerie, les voitures de luxe et les produits chimiques, de la Suisse, capitale internationale des produits pharmaceutiques, du chocolat et de la finance, ou encore de l'Italie, spécialiste dans les domaines des carrelages en céramique, des chaussures de ski, des machines de conditionnement et des équipements d'automatisation industrielle (p. 1-2).

Il est alors légitime de s'interroger sur la nature et l'influence des évolutions sectorielles sur l'évolution agrégée des performances. Dans un premier point, nous allons montrer que les évolutions récentes des secteurs sont très contrastées, l'industrie manufacturière étant caractérisée par une absence de convergence et des processus de retournement, alors que le secteur des services semble caractérisé par une convergence des performances. Dans un deuxième temps, nous montrons que l'évolution des performances agrégées est imputable essentiellement aux évolutions des performances sectorielles, et non à un changement structurel : les principaux pays développés sont insérés dans une logique forte de spécialisation.

La convergence sectorielle

Sur la période 1970-1987, A. Bernard & C. Jones [1996a,b] montrent, pour 14 pays de l'OCDE⁴³, qu'il n'y a pas de convergence des niveaux de productivité dans l'industrie, la dynamique globale de convergence paraissant résulter essentiellement d'une convergence des niveaux de productivité au sein du secteur tertiaire, qu'il s'agisse de la productivité du travail ou de la productivité totale des facteurs.

Tableau 9 : β -convergence absolue de la productivité totale des facteurs par secteur

Secteur	β	t	R ²
---------	---------	---	----------------

⁴³ Allemagne, Australie, Belgique, Canada, Danemark, Etats-Unis, Finlande, France, Italie, Japon, Norvège, Pays-Bas, Royaume-Uni et Suède.

Agriculture	-0,0390	-3,45	0,46
Mines	-0,0267	-1,35	0,07
Industrie	-0,0146	-1,11	0,02
Services	-0,0120	-3,69	0,56
Electricité, gaz et eau	-0,0253	-3,49	0,46
Construction	-0,0281	-1,90	0,17
Ensemble	-0,0226	-4,03	0,54

Source : A. Bernard & C. Jones, [1996a], p. 1227.

Ces résultats économétriques sont complétés par des graphiques retraçant l'évolution des écarts types de la productivité du travail et de la productivité totale des facteurs. Si l'on assiste bien à une réduction des disparités entre les pays pour le secteur des services, et sur l'ensemble de la période, il semble que pour l'industrie une période d'accroissement des disparités depuis le début des années 80 succède à une période de réduction des disparités.

Dans le même sens, S. Broadberry [1993], qui compare la productivité du travail et la productivité totale des facteurs des Etats-Unis, du Royaume-Uni et de l'Allemagne de 1870 à 1987, montre que si l'on assiste bien à une convergence globale des indicateurs, on constate une stabilité des écarts de productivité au niveau de l'industrie.

Les résultats du premier travail de D. Dollar & E. Wolff [1988] sont partiellement contradictoires, puisqu'ils concluent à une convergence des niveaux de productivité au sein de l'industrie. On notera cependant qu'ils ne s'appuient pas sur la même base de données (leur étude s'intéresse à 13 pays développés et 28 secteurs industriels), mais surtout que leur étude couvre la période de 1963 à 1982. Dans des articles postérieurs (D. Dollar & E. Wolff [1994], E. Wolff [1994]), pour lesquels la période d'observation est plus récente (1970-1988), ils retrouvent des résultats plus cohérents avec ceux des études précédentes.

Alors que le coefficient de variation des trois indicateurs de convergence diminuait avec le temps sur l'ensemble de la période au niveau agrégé, E. Wolff [1994] montre que pour l'industrie, le coefficient de variation de la PTF augmente continuellement sur la période, les coefficients de variations de Y/L et de K/L retrouvent leurs niveaux de 1970 après une diminution de 1970 à 1979⁴⁴.

⁴⁴ Soulignons que pour que le coefficient de variation retrouve son niveau de 1970, il a fallu que la hausse soit plus importante (en pourcentage de variation) que ne le fut la baisse (en l'occurrence, le coef-

**Tableau 10 : σ -convergence des trois indicateurs de convergence pour l'ensemble de l'industrie
14 pays de l'OCDE (1970-1988)**

Coefficients de variation non pondérés	1970	1979	1988
Y/L	0,23	0,20	0,23
TPF	0,18	0,20	0,24
K/L	0,23	0,20	0,23

source : chiffre extraits de E. Wolff [1994]

Il semble ainsi que la convergence agrégée observée au sein de ces échantillons de pays masque en fait une divergence des performances au sein de l'industrie, pourtant composée des secteurs les plus ouverts au commerce international et dont on pourrait penser qu'ils bénéficient le plus de la diffusion des technologies. Cette divergence est compensée par la convergence des performances au sein des secteurs tertiaires, moins ouverts au commerce international, et dont l'évolution du poids dans l'économie explique la convergence agrégée.

Un autre résultat essentiel du travail de D. Dollar & E. Wolff [1988] est la démonstration de l'existence de processus de retournement au niveau des secteurs industriels : alors qu'en 1963, les Etats-Unis détiennent le leadership pour 27 des 28 secteurs (c'est seulement dans le secteur de la production de charbon que les Etats-Unis n'ont pas le niveau de productivité maximal), ils ne le conservent que pour 10 des 28 secteurs en 1982. Sept pays se partagent le leadership dans les autres industries à cette date (l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, l'Italie, le Japon, la France et le Royaume-Uni)⁴⁵. Une analyse en termes de rattrapage semble donc à exclure, puisque dans ces différents secteurs, le leader s'est fait dépassé.

La logique de spécialisation

Les différences dans les niveaux de productivité agrégée résultent de différences dans les niveaux de productivité sectoriels, et/ou de différences dans les structures de spécialisation. Aussi, la convergence agrégée peut résulter d'une convergence des performances au niveau sectoriel et/ou de changements dans la composition sectorielle des activités.

ficient a chuté d'environ 13% pour augmenter ensuite de 15%).

⁴⁵ Des études sur les firmes multinationales apportent une certaine confirmation de ces résultats : M. Delapierre [1998] indique que 287 des 500 plus grandes firmes mondiales par le chiffre d'affaire étaient d'origine américaine en 1965, mais elles n'étaient plus que 216 en 1985, le renouvellement se faisant au

Il est possible de procéder à une décomposition simple de l'indicateur afin de mesurer l'influence respective de ces deux mécanismes. Soit $P=Y/F$ un indicateur de productivité, avec F une mesure des inputs ($F=L$ dans le cas de la productivité du travail, $F=L^{1-\alpha}K^\alpha$ dans le cas de la PTF). Considérons qu'il existe S secteurs $i=1..S$, avec Y_i le produit du secteur i et F_i les inputs de ce secteur. On peut écrire :

$$Y = \sum_i Y_i \Rightarrow P = \frac{\sum_i Y_i}{F} = \sum_i \frac{Y_i}{F_i} \frac{F_i}{F} = \sum_i s_i P_i$$

avec $s_i=F_i/F$ la part des inputs du secteur i dans l'ensemble des inputs.

La croissance de l'indicateur de productivité se décompose alors comme suit :

$$\Delta P = \sum_i \Delta P_i \bar{s}_i + \sum_i \bar{P}_i \Delta s_i$$

Le premier terme du membre de droite correspond à l'effet de croissance de la productivité sectorielle (composante intra-sectorielle de la croissance de l'indicateur), le deuxième terme correspond à l'effet de changement structurel (composante inter-sectorielle).

A. Bernard & C. Jones [1996b] analysent l'effet des changements structurels et l'effet de la croissance des niveaux de productivité sectoriels sur la croissance de la productivité agrégée. Ils montrent que, pour l'ensemble des secteurs, la croissance de la productivité agrégée est imputable à 96% à la croissance des productivités sectorielles et à 4% aux changements structurels. Ils procèdent ensuite à une analyse similaire portant non plus sur les sources de la croissance de la productivité agrégée, mais sur les sources de la convergence de la productivité agrégée des pays par rapport au leader américain. Là encore, l'effet structurel est plus faible (17%) mais significatif : l'accroissement du poids des services a sans conteste joué un rôle majeur dans le 'rattrapage' du leader américain par les pays suiveurs.

D. Dollar & E. Wolff [1988] trouvent des résultats similaires, même si, sur la période qu'ils examinent (1963-1982) ils concluent, comme nous l'avons dit, à la convergence

profit des firmes européennes et japonaises.

des niveaux de productivité dans l'industrie. Ils montrent en effet que la convergence pour l'ensemble de l'industrie s'explique par une convergence des niveaux de productivité au sein de chaque industrie, et non par des changements structurels, qui semblent jouer un très faible rôle. Ils montrent dans le même sens que le coefficient de variation est systématiquement supérieur au niveau des secteurs qu'au niveau agrégé, ce qui implique nécessairement, pour que l'on observe une convergence agrégée, que les différents pays aient des structures productives 'équilibrées', c'est-à-dire qu'ils se spécialisent et conservent une spécialisation à la fois sur des secteurs à forte productivité et sur des secteurs à plus faible productivité.

De manière plus intéressante encore, la faiblesse de l'effet structure sur la convergence agrégée ne signifie pas l'absence de changement structurel : les structures de chaque pays sont significativement différentes entre 1963 et 1982, ce qui témoigne d'un changement structurel important, mais celui-ci n'influe pas sur la convergence, ce qui signifie que le changement structurel n'est pas orienté par les différentiels de productivité (D. Dollar & E. Wolff [1988], p. 557, note 10). En d'autres termes, les pays développés semblent insérés dans une logique de spécialisation évolutive dont la cohérence reste à trouver.

D'autres études semblent confirmer ces principaux résultats : M. Amendola, P. Guerrieri & P. Padoan [1992] se basent sur une classification de l'ONU à cinq positions et montrent que la ressemblance entre les structures des exportations des principaux pays développés a régulièrement diminué depuis 1978⁴⁶. D. Archibugi & M. Pianta [1992] et D. Archibugi & J. Michie [1997], dont l'indicateur est le nombre de brevets déposés à l'office des Etats-Unis et à l'office européen, montrent que le degré de spécialisation technologique s'est accru pour la plupart des principaux pays développés de la fin des années 70 à la fin des années 80.

Ces quelques éléments sur la convergence sectorielle démontrent une fois encore la diversité des évolutions. La convergence ne semble pas être la règle, notamment à l'échelle de l'industrie sur la période récente. On observe différents processus de retournement, le leader nord-américain se faisant dépasser dans un ensemble non négli-

⁴⁶ Etude citée par R. Salais & M. Storper [1993], p. 10.

geable de secteurs industriels. Même la phase antérieure de convergence agrégée semble sous-tendue par une logique forte de spécialisation évolutive.

Conclusion : les faits stylisés

On a vu dans la première section que la définition des indicateurs et des notions de convergence n'est pas sans poser problème, et peut altérer les résultats des travaux. De plus, les statistiques sur lesquelles s'appuient les travaux ne sont pas toujours suffisantes, et ne sont pas de qualité équivalente (nous pensons notamment aux statistiques régionales et sectorielles). De ce fait, les résultats avancés dans ce premier chapitre sont à manier avec précaution.

Il semble cependant que la diversité est sans doute le terme qui qualifie le mieux l'évolution relative des performances des espaces. Diversité spatiale, d'abord, qui se traduit de manière évidente à l'échelon internationale et sur longue période avec la divergence continue entre l'ensemble des pays développés et un ensemble de pays moins développés. On l'observe également au sein des régions européennes, où différents régimes de croissance semblent émerger. Diversité temporelle, ensuite, la phase de divergence entre le leader américain et un sous-ensemble de pays développés s'étant inversée après la seconde guerre mondiale au profit d'une convergence assez forte des performances jusqu'aux années 70. Depuis, on observe une phase de faible convergence, voire de divergence à l'échelon de l'industrie, qui s'est traduite notamment par le dépassement du leader américain, dans certains secteurs, par d'autres pays développés. Diversité sectorielle, enfin, d'une part en raison de la coexistence et de la succession de processus de divergence et de convergence au niveau des secteurs, d'autre part en raison de la logique forte de spécialisation évolutive qui sous-tend les évolutions agrégées. La diversité des évolutions, c'est à dire des résultats du processus de croissance, s'appuie sur une diversité des structures productives, qui sont à la base des mécanismes de création de richesse.

Sur la base de ces travaux, et en focalisant plus particulièrement notre attention sur le sous-ensemble des économies développées, nous pouvons dégager quatre faits stylisés essentiels à expliquer :

- 1) Diversité spatiale : il n'existe pas de processus global de convergence ou de divergence des économies, mais un ensemble de processus locaux de convergence au

sein de certains groupes d'espaces et de divergence entre certains de ces groupes, traduisant une inertie forte des dynamiques d'évolution,

- 2) Diversité temporelle : Il se déroule parfois des processus de retournement, au niveau agrégé ou sectoriel, qui atténuent l'inertie des évolutions,
- 3) Logique de spécialisation : l'évolution agrégée au sein des pays et régions développés est sous-tendue par une logique de spécialisation sectorielle de plus en plus prégnante, les évolutions agrégées masquant parfois la diversité sectorielle des évolutions,
- 4) Spécialisation évolutive : la spécialisation sectorielle des économies est également évolutive, l'évolution ne paraissant cependant pas aléatoire, ni guidée par les différentiels de productivité.

Ces quelques éléments mériteraient d'être confortés par d'autres travaux empiriques. Il nous semble qu'ils sont suffisamment robustes pour constituer des « faits stylisés », auxquels nous allons maintenant confronter les principales théories de la croissance.

Chapitre Deux. Les insuffisances des théories de la croissance

Nous confrontons dans ce deuxième chapitre les théories de la croissance économique aux faits stylisés recensés. L'objectif est double : il s'agit d'une part de se prononcer sur les implications des théories en termes de convergence et, d'autre part, de manière complémentaire, d'évaluer leur contenu explicatif, tant il est vrai que l'obtention de prédictions conformes aux dynamiques observées ne signifie pas nécessairement que les mécanismes sous-jacents sont pertinents.

Précisons d'emblée qu'il s'agit d'un exercice contestable, d'abord parce que les théories exposées n'ont pas nécessairement pour vocation première d'expliquer ces faits, l'exemple le plus fréquemment cité étant le modèle de Solow dont l'objectif était de montrer la possibilité d'une croissance équilibrée de plein emploi et non pas d'expliquer la croissance de long terme des économies (*Cf.* E. Malinvaud [1993]). Ce n'est donc pas les modèles en soi que nous évaluons, mais la pertinence des modèles relativement aux faits stylisés recensés. Exercice contestable, ensuite, si l'on considère que chaque théorie rend compte d'une partie de la réalité, et que l'on a plus besoin d'un ensemble de théories partielles que d'une illusoire théorie 'totalisante'. C'est ainsi, par exemple, que R. Barro [1997] défend l'idée que modèles néoclassiques et modèles de croissance endogène sont complémentaires, les premiers expliquant, selon lui, la diversité internationale des taux de croissance à partir de la notion de convergence conditionnelle, et les seconds mettant en évidence les mécanismes de croissance à l'œuvre dans les pays développés.

Une telle évaluation se justifie cependant, à nos yeux, car elle révèle un déficit explicatif de l'ensemble des théories : aucune théorie ne fournit d'explication satisfaisante des phénomènes de retournement ni de la logique de spécialisation évolutive repérée. Dès lors, même la « somme » des explications partielles ne permet pas d'obtenir une explication pleinement satisfaisante de l'évolution des performances des espaces. Elle se justifie encore par le fait que les conceptualisations proposées du changement technique —source essentielle de croissance— sont, à des degrés divers, insatisfaisantes, ce déficit

explicatif entraînant d'ailleurs, dans une certaine mesure, le déficit prédictif repéré.

Les deux premières sections procèdent à une revue (non exhaustive) des principales théories de la croissance. Nous opposons une 'école' de la convergence, composée de la théorie néoclassique de la croissance et de la théorie du rattrapage (première section), à une 'école' de la divergence, composée des modèles kaldoriens de croissance et des nouveaux modèles de croissance (deuxième section).

La troisième section synthétise d'abord les apports et limites de ces différentes théories, puis, sur la base de cette synthèse critique, jette les bases d'une conceptualisation alternative du changement technique, qui passe par une redéfinition des connaissances et une reformulation des comportements des acteurs. Nous montrons ensuite les limites de l'argument du *as if*, invoqué par certains pour justifier de la conceptualisation néoclassique des comportements, ainsi que les limites des modèles du chaos, considérés par d'autres comme une voie de recherche prometteuse qui permettrait de tenir compte de l'incertitude et de rendre compte de la diversité des évolutions.

Section I. 'L'école' de la convergence

L'école de la convergence se compose d'une part de la théorie néoclassique de la croissance et d'autre part de la 'théorie' du rattrapage. Très schématiquement, les mécanismes de base sont les suivants : pour la théorie néoclassique, les disparités constatées résultent de différences dans les intensités capitalistiques, la propriété de décroissance des rendements du capital assurant à terme la convergence des économies. Dans l'approche du rattrapage, ce sont les différences technologiques qui expliquent les disparités, les transferts technologiques devenant alors le moteur de la convergence.

Nous verrons que, dans un cas comme dans l'autre, la croissance de long terme n'est pas expliquée : elle dépend de paramètres exogènes dans la théorie néoclassique, alors que dans l'approche du rattrapage, qui s'intéresse à la réduction des écarts entre des pays suiveurs et le pays leader, elle dépend essentiellement du comportement d'innovation du leader, question rarement abordée. Il est clair que c'est là le maillon faible de ces théories, qui n'offrent pas d'explication satisfaisante du changement technique et de son influence sur la croissance et sur la convergence. Autre point commun,

l'absence de convergence peut-être intégrée au schéma explicatif, de manière quelque peu *ad hoc* dans la théorie néoclassique, en recourant dans un cas comme dans l'autre au jeu des institutions.

§1. Le modèle de croissance néoclassique

Le modèle de croissance néoclassique, dont les formulations de base ont été exposées par R. Solow [1956] et T. Swan [1956], est suffisamment connu pour ne lui accorder qu'un développement condensé. Nous insisterons par contre un peu plus longuement sur la notion de convergence conditionnelle, abondamment reprise dans les travaux empiriques récents, afin d'en évaluer le pouvoir explicatif.

Le modèle de croissance de base s'appuie sur la formalisation néoclassique de l'activité de production : une fonction de production agrégée à rendements constants (technologie Cobb-Douglas) relie le produit (Y) aux inputs substituables de travail (L) et de capital (K), rémunérés à leurs productivités marginales positives et décroissantes. Le produit par tête est égal au revenu par tête, qui est épargné dans une proportion constante s^{47} , l'épargne étant totalement investie. L'offre de travail croît au taux constant n et le progrès technique⁴⁸ au taux g .

Le taux de croissance du produit par unité effective de travail à chaque moment du temps s'écrit :

$$\hat{y} = s\alpha k(t)^{-(1-\alpha)} - (n + g + \delta)\alpha \quad [\text{II.8}]$$

Avec y et k respectivement le produit et le capital par unité effective de travail⁴⁹ et δ le taux de dépréciation du capital.

Sous ces hypothèses, on montre qu'il existe une valeur du capital par tête (notée k^*)

⁴⁷ L'endogénéisation du taux d'épargne (modèle de Ramsey-Cass-Koopmans) ne modifie pas fondamentalement les conclusions.

⁴⁸ Nous retenons un progrès technique neutre au sens de Harrod, (le progrès technique augmente l'efficacité du travail).

⁴⁹ C'est-à-dire $y=Y/AL$ et $k=K/AL$ avec A le niveau de la technologie. On en déduit, compte-tenu des hypothèses du modèle, que $\hat{y} = \hat{Y} - \hat{L} - \hat{A}$. Si le taux de croissance du produit par unité effective de travail est nul, le taux de croissance du produit par tête est égal au taux de progrès technique.

unique, globale et stable qui assure une croissance régulière⁵⁰. En k^* , le taux de croissance du produit par tête est nul dans le modèle sans progrès technique, et égal à g dans le modèle avec progrès technique. En d'autres termes, le modèle implique l'exogénéité du taux de croissance de long terme et ne fournit aucune explication de ses déterminants. La valeur de k^* et, par suite de y^* , est déduite de la relation [II.8] :

$$y^* = \left[\frac{s}{n + g + \delta} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \quad [\text{II.9}]$$

La valeur d'état régulier de y dépend donc positivement du taux d'épargne et négativement du taux de croissance de la population et du taux de progrès technique.

Si l'économie ne se trouve pas à son état régulier de croissance (ou si un choc exogène l'en détourne), l'hypothèse centrale de décroissance des rendements du capital assure le retour à l'équilibre : lorsque le capital par tête est bas, la productivité moyenne du capital (et donc le rendement du capital) est élevée. L'épargne étant ici une fraction constante du produit, une faible valeur du capital par tête implique une forte valeur de l'investissement et, par suite, du taux de croissance du capital et du produit par tête. De manière générale, plus le capital par tête est faible, plus le taux de croissance est élevé⁵¹.

Le même argument s'applique à l'analyse de la convergence : dans un monde à plusieurs économies, si l'on suppose que la seule différence tient au niveau initial du capital par tête, le modèle implique qu'à l'équilibre les espaces ont des niveaux et des taux de croissance du produit par tête identiques. C'est seulement pendant la phase de transition vers l'équilibre que des écarts –imputables aux différences dans les situations initiales– peuvent être constatés. Cependant, étant donné que le taux de croissance d'une économie durant cette phase est d'autant plus élevé que l'économie est éloignée de son état régulier, une économie pauvre va croître plus rapidement qu'une économie riche, jusqu'au retour à l'équilibre, synonyme de la disparition des disparités. Rien n'empêche bien sûr de supposer qu'un choc exogène vienne de nouveau perturber la croissance régulière, amorçant une nouvelle phase de transition.

⁵⁰ L'état régulier de croissance est la situation où les diverses quantités croissent à taux constants.

⁵¹ Symétriquement, une valeur de k supérieur à k^* implique un taux de croissance du produit par tête négatif.

Formellement, en effectuant un développement limité de Taylor de $\hat{y}$ au voisinage de son état régulier (noté y^*), on obtient une approximation log-linéaire de l'équation dynamique du produit par unité effective de travail :

$$\hat{y} \cong b[\ln y^* - \ln y(t)] \quad [\text{II.10}]$$

avec $b=(1-\alpha)(g+n+\delta)$ la vitesse de convergence, qui ne dépend que de paramètres exogènes. Le taux de croissance du produit par unité effective de travail est proportionnel à l'écart séparant l'économie de son état régulier.

La relation [II.10] est une équation différentielle linéaire du premier ordre, dont la solution s'écrit :

$$\ln y(t) - \ln y(0) = (1 - e^{-bt}) \ln y^* - (1 - e^{-bt}) \ln y(0) \quad [\text{II.11}]$$

Si, comme c'est le cas ici, on suppose que la valeur d'état régulier de croissance est la même pour toutes les économies, le premier terme du membre de droite peut être omis et l'on procède, comme nous l'avons vu dans le premier chapitre, au test de β -convergence absolue. La définition de b implique en outre que la croissance d'une économie est reliée négativement au niveau initial de son produit par unité effective de travail.

Si l'on introduit la possibilité d'un commerce international et/ou d'une mobilité des facteurs de production, on aboutit à la même conclusion d'une nécessaire convergence des économies. L'élément nouveau est que la vitesse de convergence est accrue, les mécanismes invoqués accélérant l'égalisation des prix des facteurs. Prenons l'exemple de l'hypothèse de mobilité (imparfaite)⁵² des facteurs, qui intéresse particulièrement l'économie régionale : D. Smith [1975], par exemple, introduit dans le modèle de crois-

⁵² Si la mobilité est parfaite, la vitesse de convergence est infinie. Pour pallier cet inconvénient, D. Smith [1975] suppose qu'il existe des coûts de transaction qui freinent la mobilité des facteurs. Il retient par exemple pour les mouvements de capitaux une relation de la forme $\Delta K = v(r - r_A)K$ avec r et r_A les taux d'intérêts de la région et du pays et v le coefficient de mobilité. Dans le même sens, R. Barro & X. Sala i Martin [1996, chapitre 3], dans un modèle avec mobilité du capital, distinguent deux types de capital (capital physique et capital humain), ce dernier ne pouvant servir d'hypothèque aux prêts étrangers. Ils montrent alors que l'économie ouverte sous contrainte de crédit à un taux de convergence plus élevé que l'économie fermée (p. 118). Ils obtiennent un résultat analogue dans un modèle avec migration (*Ibid.*, chapitre 9).

sance néoclassique le mécanisme selon lequel les mouvements des facteurs entre les économies sont liés aux différentiels de prix des facteurs. Sachant que le produit par tête est une fonction positive du capital par tête, le taux de croissance du produit par tête sera d'autant plus fort que le taux de croissance du capital est élevé et que le taux de croissance du travail est faible. Or, un produit par tête faible correspond à une rémunération forte du capital et faible du travail. Les facteurs s'orientant en fonction des différentiels de rémunération, une économie caractérisée par un produit par tête faible va connaître une entrée du facteur capital et une sortie du facteur travail, s'assurant ainsi un taux de croissance du produit par tête plus élevé. C'est donc encore la propriété de décroissance des rendements du capital qui détermine les mouvements des facteurs et assure la convergence de long terme des économies.

Comme nous l'avons déjà dit, le modèle de Solow n'implique une convergence des économies que si celles-ci ne diffèrent que par leurs niveaux initiaux de capital par tête. Dans l'hypothèse inverse où les économies diffèrent dans leurs structures, les états réguliers de croissance vont être distincts et la convergence du produit par tête n'est plus assurée. Le modèle de Solow implique alors que chaque économie converge vers son propre état régulier de croissance d'autant plus rapidement qu'elle en est éloignée, implication que l'on qualifie de convergence conditionnelle.

Soulignons que cette argumentation, qui permet d'affirmer que l'absence de convergence n'invalide pas le modèle de Solow, n'est pas nouvelle : G. Borts & J. Stein [1964] dans leur ouvrage de référence expliquent ainsi que la thèse de G. Myrdal, fondatrice de l'école de la divergence (*Cf. infra*), peut être interprétée dans le cadre du modèle néoclassique si l'on suppose, par exemple, qu'il existe des différences permanentes dans les taux de progrès technique.

Formellement, l'existence de différences structurelles interdit de négliger le terme y^* de la relation [II.11] dans les travaux empiriques. Si l'on considère que les positions d'état régulier sont correctement résumées par les vecteurs X_i des variables structurelles, on dérive de la relation [II.11] le test de β -convergence conditionnelle définie au premier chapitre (relation [I.5]) :

$$\ln y_i(t) - \ln y_i(0) = \alpha + \beta \ln y_i(0) + \psi X_i(0) + \varepsilon \quad [\text{II.12}]$$

La notion de convergence conditionnelle est de peu d'utilité si l'objectif premier est d'analyser la convergence des économies, car elle ne nous renseigne pas, tout au moins pas directement, sur l'évolution des positions relatives des économies, mais sur l'évolution de chaque économie par rapport à son propre état régulier. Le choix du terme de convergence est en ce sens plutôt malheureux, et doit se comprendre dans le sens mathématique d'une séquence de nombre convergeant vers une certaine valeur. Il conviendrait plutôt de parler d'analyse des dynamiques de transition (C. Jones [1997], p. 28).

Elle semble d'une plus grande utilité, par contre, si l'objectif est 'd'expliquer' les différences de taux de croissance entre économies. Supposons par exemple que les différences structurelles se résument à des différences de taux d'épargne (le vecteur X se ramène alors à cette variable). Si le test de β -convergence conditionnelle est validé et si cette variable est significative on peut en déduire que les différences dans les taux de croissance s'expliquent par des différences de taux d'épargne et par des différences de situation initiale. A terme, seuls les pays dont les taux d'épargne sont suffisamment proches convergent. On peut en déduire qu'une action appropriée des pays pour lesquels le taux d'épargne est plus faible permettrait une convergence qualitative (structurelle) —c'est-à-dire rapprocherait les positions d'état régulier des pays— préalable nécessaire à une convergence absolue des économies. L'enjeu essentiel est dès lors celui du choix des variables structurelles supposées rendre compte des différences d'état régulier.

La démarche la plus rigoureuse, nous semble-t-il, a été proposée par G. Mankiw, D. Romer & D. Weil [1992] : elle consiste à dériver du modèle de croissance néoclassique les variables structurelles à introduire dans la régression, en combinant les relations [II.9] et [II.11], soit :

$$\ln y(t) - \ln y(0) = (1 - e^{-bt}) \frac{\alpha}{1 - \alpha} \ln s - (1 - e^{-bt}) \frac{\alpha}{1 - \alpha} \ln(n + g + \delta) - (1 - e^{-bt}) \ln y(0) \quad [\text{II.13}]$$

Devant la validation économétrique des tests de β -convergence conditionnelle, les au-

teurs concluent que les différences de taux d'épargne, d'éducation et de croissance de la population⁵³ expliquent l'essentiel des écarts internationaux de croissance constatés. Ces tests semblent donc démontrer le pouvoir explicatif du modèle (augmenté) de Solow, R. Barro [1997] déclarant que « c'est sûrement une ironie qu'un des derniers effets de la croissance endogène a été de stimuler des travaux empiriques qui démontrent le pouvoir explicatif du modèle de croissance néo-classique » (p. x). Nous opposons deux objections fortes à leurs conclusions :

- i) à moins d'assimiler pouvoir explicatif et significativité statistique, à proprement parler, le modèle n'explique rien, puisque les variables structurelles retenues sont exogènes. Tout au plus peut-on dire que les résultats invitent à une réflexion sur les causes des différences dans les valeurs des variables exogènes et sur les conditions d'une convergence qualitative des économies,
- ii) une hypothèse forte du travail de G. Mankiw, D. Romer & D. Weil [1992] est celle d'une constance du progrès technique à travers les pays. Il semble pour le moins surprenant que le changement technique –source essentielle de la croissance– ne joue aucun rôle dans les différences internationales constatées. En suivant P. Romer [1996], on peut dire que si l'objectif est de tester des modèles, l'exercice est réussi, mais s'il s'agit de comprendre le monde, le résultat est loin d'être convaincant⁵⁴.

Les travaux empiriques se sont ensuite multipliés, conduisant à l'introduction, au total, de plus de quatre-vingt variables⁵⁵, la justification de leur introduction reposant sur une interprétation large de la technologie (X. Sala i Martin [1996], p. 1028), qui n'est pas sans rappeler les travaux de décomposition de la PTF évoqués plus haut. Soulignons d'abord qu'à la différence du travail de Mankiw, Romer et Weil, la plupart de ces tra-

⁵³ Les auteurs retiennent en fait une version augmentée du modèle de Solow, en introduisant un deuxième facteur accumulable (le capital humain) mais en préservant l'hypothèse de rendements globaux constants. La logique n'est en rien modifiée par cette omission, destinée à clarifier l'exposé.

⁵⁴ Rappelons également que la convergence conditionnelle peut masquer une convergence locale (S. Durlauf & P. Johnson [1995]).

⁵⁵ S. Durlauf & D. Quah [1998] recensent très précisément 87 variables, dont un grand nombre sont significatives, classées en 36 catégories différentes. Ils rappellent que l'échantillon (extrait le plus souvent de la base de données de R. Summers & A. Heston [1991]) est constitué d'une centaine d'observations ... X. Sala i Martin [1997] teste, dans un article au titre évocateur *I Just Ran Two Million Regressions*, 59 variables, dont 22 sont significatives. Il s'agit d'indicateurs régionaux, politiques, religieux, sur les distorsions de marché, les types d'investissement, l'importance du secteur primaire, le degré d'ouverture, la forme d'organisation économique, etc. Que l'auteur y voit une explication robuste de la croissance nous

vaux ne dérivent pas les variables structurelles d'un modèle de croissance, mais les ajoutent de manière *ad hoc*, certaines variables étant parfois en contradiction avec les hypothèses de base du schéma d'interprétation néoclassique. Le fait qu'un grand nombre de ces variables soient statistiquement significatives trahit certainement des interdépendances fortes et/ou la présence de circularités : certaines des variables qui influent sur la croissance de la productivité voient en retour leur valeur augmenter à mesure que la productivité croît (W. Baumol [1994], R. Hall & C. Jones [1997]), ce qui nous renvoie à la notion de convergence locale. Ensuite, en plus de l'interdépendance des variables introduites, le fait qu'elles ne sont pas mutuellement exclusives, et que l'on ne puisse les hiérarchiser rend peu crédible l'affirmation selon laquelle un sous-ensemble de ces variables rend effectivement compte des différences structurelles entre les économies (S. Durlauf & D. Quah [1998]).

§2. La théorie du rattrapage

Pour la théorie du rattrapage, le moteur essentiel de la convergence n'est plus la décroissance des rendements du capital, mais les transferts technologiques, les écarts entre les pays relevant essentiellement de différences technologiques. L'argument de base, exposé sans doute le plus clairement par M. Abramovitz [1986] est simple et séduisant : si l'on admet que l'apprentissage et l'imitation sont moins coûteux et plus rapides que la découverte et l'expérimentation initiale des technologies, alors les gains potentiels de productivité réalisés par un pays en retard seront d'autant plus importants que l'écart entre le niveau de productivité du pays et le niveau de productivité du leader (supposé se trouver à la frontière technologique) est important, ceci en raison de plusieurs mécanismes interdépendants : i) les gains potentiels de productivité d'un pays en retard lorsqu'il remplace ou étend son stock de capital, en bénéficiant des avancées technologiques du leader, seront plus importants que ceux réalisés par le leader, puisque l'écart entre la productivité de son ancien stock et la productivité de son nouveau stock est, par définition, plus important, et ce d'autant plus que le pays est en retard, ii) cette argumentation relative au progrès technique incorporé dans les équipements s'étend au progrès technique non incorporé (formes organisationnelles, pratiques managériales, règles de consommation, etc.), iii) les pays en retard ont une intensité capitaliste faible, le

semble quelque peu sujet à caution ...

rendement du capital doit donc y être plus élevé et doit favoriser son accumulation, conformément à l'argumentation néoclassique, iv) la croissance rapide consécutive à ces différents mécanismes permet une croissance rapide du produit global et, donc, de la taille du marché. Ceci permet d'accélérer le progrès technique qui dépend de la production à grande échelle.

Cette argumentation quasi-tautologique du rattrapage doit être nuancée par le fait que l'écart initial n'est certainement pas le fruit du hasard, et que les facteurs à l'origine de l'écart sont susceptibles d'entraver le mécanisme de convergence des économies. M. Abramovitz [1986] regroupe l'ensemble de ces facteurs sous le terme de 'capacité sociale' (*social capability*) et considère que le rattrapage rendu possible par l'écart technologique ne peut survenir que si les capacités sociales sont suffisamment proches. Dès lors, le potentiel de croissance d'un pays est fort « quand il est technologiquement en retard mais socialement avancé » (p. 388).

Outre la capacité sociale, M. Abramovitz considère que la congruence technologique, c'est-à-dire la pertinence, l'utilité pour les suiveurs des techniques et des formes organisationnelles développées par le leader, est un facteur déterminant du potentiel de rattrapage, voire même le facteur déterminant expliquant la divergence entre les Etats-Unis et les autres pays développés dans l'entre-deux guerre (M. Abramovitz [1994], M. Abramovitz & P. David [1994]). Si l'on admet que les technologies dépendent de l'environnement dans lequel elles sont développées, si l'environnement des pays diffère assez fortement (en termes d'offre de ressources, de taille du marché, etc.) alors le potentiel de rattrapage sera limité, même si la capacité sociale est adaptée.

Une fois le potentiel de rattrapage défini par l'écart de productivité, la congruence technologique et la capacité sociale du pays, la réalisation effective du potentiel va dépendre des facteurs qui influent sur la diffusion des connaissances, le changement structurel, l'accumulation du capital et l'expansion de la demande (M. Abramovitz [1986], p. 390).

Cette grille d'analyse, qui a été appliquée par M. Abramovitz [1986, 1994] pour expliquer le rattrapage des Etats-Unis par un ensemble (restreint) de pays développés, ou encore par A. Maddison [1995] pour proposer une périodisation de la croissance et de la

convergence à l'échelle mondiale, présuppose bien sûr l'identification d'un leader technologique. A. Maddison [1982] montre que depuis 1700, trois pays ont tenu ce rôle : les Pays-Bas de 1700 aux années 1780, le Royaume-Uni des années 1780 aux années 1890 et les Etats-Unis depuis lors. M. Abramovitz [1994] explique alors que des années 1890 aux années 1950, l'écart entre le leader et les suiveurs s'est considérablement creusé bien que dans le même temps le groupe des suiveurs se soit homogénéisé. De 1950 à 1973, on a assisté à un rattrapage du leader à un rythme élevé, et, depuis, convergence et rattrapage coexisteraient à un rythme très faible. L'argumentation proposée est d'autant plus séduisante qu'elle offre une explication du ralentissement des gains de productivité : les suiveurs, après avoir rattrapé le leader, se trouvent également à la frontière technologique. Les possibilités de gains de productivité permis par l'imitation s'estompent. Les pays développés doivent repousser la frontière technologique en développant une stratégie basée sur l'innovation plus que sur l'imitation. L'innovation étant une activité plus aléatoire, plus coûteuse que l'imitation, les gains de productivité ne sont pas aussi spectaculaires que précédemment, et peuvent expliquer en partie le paradoxe de Solow.

Section II. ‘L’école’ de la divergence

Les théories de la divergence reposent sur le même principe de causalité circulaire et cumulative –terme introduit par G. Myrdal : aux mouvements ré-équilibrants des biens et des facteurs, Myrdal substitue des mécanismes économiques selon lesquels « dans la normale, un changement attire, non point des changements compensateurs, mais des changements additionnels, qui entraînent le système dans la même direction, mais plus loin que le premier » (G. Myrdal [1959], p. 23). Si le terme a été introduit par Myrdal, le principe est antérieur et remonte sans conteste aux analyses de la division du travail de A. Smith [1776] et surtout de A. Young [1928].

Rappelons brièvement que pour A. Smith [1776] la division du travail, en augmentant l’habileté des travailleurs, en permettant des gains de temps et en favorisant l’invention des machines, conduit à une augmentation de la productivité du travail. Conséquence de l’échange –les individus se spécialisent parce qu’ils ont la certitude de pouvoir échanger l’excédent du produit de leur travail contre l’excédent du produit du travail des autres individus– la division du travail est, dès lors, limitée par la taille du marché.

A. Young [1928] reprend et étend l’analyse de Smith, passant d’une division sociale du travail fondée sur une séparation des métiers à une « division des industries » : l’extension des marchés permet une spécialisation progressive des industries et un recours croissant à des détours de production qui conduisent, parce qu’ils correspondent à la transformation d’un processus complexe en une suite de processus simples dont certains sont automatisables, à des gains de productivité conséquents⁵⁶.

Conformément à la logique smithienne, ce processus de différenciation industrielle, qui engendre la formation d’un réseau d’entreprises spécialisées interdépendantes, est limité par la taille du marché, qui permet ou non le recours à des détours supplémentaires de production et à une division plus fine du travail. Young élargit cependant la

⁵⁶ La croissance des marchés permet une diversification horizontale des industries de biens de consommation (nouveaux produits, différenciation du même bien) et une spécialisation horizontale et verticale des industries des biens intermédiaires et d’équipements, favorisée notamment par la ‘convergence technologique’ : la transformation du processus en une suite de processus simples conduit certaines industries à partager une même étape de production, qui, si la taille du marché est suffisante, peut inciter à une division plus fine du travail (Cf. C. Ricoy [1987]).

notion de marché pour considérer ce dernier comme le débouché des biens en général. S'appuyant sur la loi des débouchés de Say, il définit ensuite la taille du marché par le pouvoir d'achat, qui dépend de la productivité et, donc, de la division du travail. Il met ainsi en évidence la circularité du processus, la division du travail dépendant de la taille du marché qui dépend elle-même de la division du travail.

Le caractère endogène et cumulatif du processus tient au fait que changement technique et changement organisationnel sont en constante interaction⁵⁷ : toute innovation modifie les conditions de production d'une industrie et, compte tenu des interdépendances entre les entreprises, appelle à des modifications en d'autres points du réseau qui provoquent à leur tour de nouvelles modifications.

Les modèles kaldoriens de croissance et les modèles de croissance endogène s'inspirent largement du schéma explicatif de Young. De manière schématique, on peut dire que les premiers reprennent la logique des rendements croissants liant production et productivité mais rejettent le bouclage néo-classique du processus au profit d'un bouclage keynésien basée sur la demande effective, alors que les seconds s'inscrivent dans une approche orthodoxe, focalisent leur attention sur la diversité des sources de la croissance de long terme et tentent de relier « la macro-économie de long terme à la micro-économie du changement technique » (B. Amable, R. Barré & R. Boyer [1997], p. 44).

§1. Les modèles kaldoriens de croissance

Dans son ouvrage de 1966 où il propose une explication de la croissance relativement faible du Royaume-Uni, N. Kaldor édicte trois 'lois' sur la croissance économique dont la deuxième, essentielle dans les modèles kaldoriens de croissance, stipule que la croissance de la productivité du travail dépend de la croissance de la production⁵⁸ :

⁵⁷ Young affirme ainsi que « progrès industriel et progrès scientifique entretiennent des liens de causalité réciproque, mais nul ne peut dire de quel côté se trouve l'influence prépondérante » (A. Young [1990 (1928)], p. 98).

⁵⁸ La première loi postule que la croissance de l'industrie détermine la croissance globale, la troisième que les disponibilités de main d'œuvre en provenance des secteurs à rendements décroissants peuvent limiter l'expansion industrielle. Cette troisième loi est au cœur de son explication initiale du relatif déclin britannique. Il reviendra ensuite sur cette proposition, considérant que c'est la demande émanant de l'agriculture qui limite la croissance industrielle dans les premières étapes du développement, et la demande d'exportation dans les étapes avancées du développement (Cf. A. Thirwall [1983]). La disponibilité de la main d'œuvre des secteurs à rendements décroissants est jugée non contraignante car la mobilité

$$\hat{y}_t = \hat{z}_t + \lambda \hat{Y}_t \quad [\text{II.14}]$$

avec $\hat{z}_t$ le taux de croissance autonome de la productivité du travail et $\lambda > 0$ le coefficient de Verdoorn.

Se faisant, il s'inscrit clairement dans la continuité de A. Young, la loi –qualifiée de Kaldor-Verdoorn– résumant les rendements croissants statiques et dynamiques consécutifs à l'accroissement de la taille du marché et à l'approfondissement de la division du travail qui en résulte.

Cependant, Kaldor rejette le bouclage du processus cumulatif envisagé par Young qui repose sur la loi de Say selon laquelle l'offre crée sa propre demande, impliquant potentiellement une croissance sans fin, pour s'inscrire dans un schéma keynésien où la demande effective est le facteur clé dont va dépendre le caractère cumulatif du processus. La demande effective fournit ainsi un « degré d'ouverture » au processus, une croissance ininterrompue n'étant plus assurée. Il focalise notamment son attention sur l'investissement induit par les changements dans l'organisation de la production (N. Kaldor [1972]) et montre que c'est à la condition que les producteurs de l'industrie (secteur à rendements croissants) répondent à un accroissement des ventes par un accroissement des capacités de production –conformément au mécanisme de l'accélérateur– que le processus cumulatif pourra être enclenché. Ceci suppose notamment que l'ajustement se fait par les quantités plutôt que par les prix, et que le système monétaire est « passif », dans le sens où les demandes de crédit nécessaires à l'investissement doivent être satisfaites⁵⁹.

Il s'appuie ensuite sur la proposition de J. Hicks [1950] selon laquelle, sous certaines conditions, l'évolution de l'investissement induit et de la consommation sont guidées par l'évolution de la demande exogène. Sachant qu'en économie ouverte, la composante essentielle de la demande exogène est la demande d'exportation, c'est cette dernière qui

internationale du travail fait que l'offre de main d'œuvre est potentiellement illimitée (N. Kaldor [1987 (1983)], p. 154).

⁵⁹ Plus généralement, si les configurations de la demande finale et les modes de répartition des revenus diffèrent selon les pays, on peut aboutir à des régimes de croissance différents même si les systèmes techniques sont supposés identiques, comme le montrent certaines des analyses de l'école de la régulation (réf.).

va contraindre la croissance de long terme de l'ensemble de l'économie.

R. Dixon & A. Thirwall [1975] proposent un modèle de croissance basé sur cette analyse qui comprend quatre relations structurelles dont la combinaison rend compte de la double interaction entre croissance de la demande et croissance de l'offre typique des modèles de causalité cumulative. La logique de base est la suivante : l'accroissement des exportations conduit à un accroissement de la production qui, par le biais de la loi de Kaldor-Verdoorn, implique des gains de productivité. Ceux-ci rétroagissent sur la demande d'exportation par l'intermédiaire des mécanismes de prix, amorçant une nouvelle étape du processus. Leur modèle permet d'une part de repérer les paramètres essentiels influant sur la croissance de long terme et d'autre part d'analyser les conditions d'une convergence des espaces.

Formellement, la première relation s'écrit :

$$\hat{Y}_t = \gamma \hat{X}_t, \gamma > 0 \quad [\text{II.15}]$$

Avec $\hat{Y}_t$ le taux de croissance de la production et $\hat{X}_t$ le taux de croissance des exportations. On suppose que la demande d'exportation est une fonction du rapport des prix de la région (p_t) et du prix national (p_t^*), et du revenu national (Y_t^*). On en déduit l'expression de la croissance de la demande d'exportation :

$$X_t = \left(\frac{p_t}{p_t^*} \right)^\phi Y_t^{*\varepsilon} \Rightarrow \hat{X}_t = \phi(\hat{p}_t - \hat{p}_t^*) + \varepsilon \hat{Y}_t^*, \phi < 0 \text{ et } \varepsilon > 0 \quad [\text{II.16}]$$

Avec $-\phi$ la valeur absolue des élasticités prix directe et croisée de la demande d'exportation et ε son élasticité revenu⁶⁰. L'élasticité-prix est un indicateur de la force de la pression concurrentielle sur le marché où la région s'est spécialisée alors que l'élasticité-revenu rend compte de la compétitivité hors-prix de la région

Le taux de croissance du prix régional est dérivé d'une règle de mark-up :

⁶⁰ Les termes d'interaction sont négligés. On suppose ici, pour simplifier l'écriture, que l'élasticité prix directe et l'élasticité prix croisée sont égales en valeur absolue.

$$p_t = \frac{w_t}{y_t} \tau \Rightarrow \hat{p}_t = \hat{w}_t - \hat{y}_t \quad [\text{II.17}]$$

w_t est le niveau des salaires. On pose $\tau = 1 + \theta$, θ étant le taux de marge des prix sur les coûts moyens du travail, que l'on suppose ici constant. Enfin, la dernière relation est la loi de Kaldor-Verdoorn :

$$\hat{y}_t = \hat{z}_t + \lambda \hat{Y}_{t-1}, \lambda > 0 \quad [\text{II.18}]$$

$\hat{z}_t$ est le taux de croissance autonome de la productivité du travail. Le retard introduit permettra d'analyser la dynamique de convergence des régions.

En substituant les relations [II.16], [II.17], [II.18] dans la relation [II.15], on obtient :

$$\hat{Y}_t = -\gamma\phi\lambda\hat{Y}_{t-1} + \gamma\phi(\hat{w}_t - \hat{p}_t^* - \hat{z}_t) + \gamma\epsilon\hat{Y}_t^* \quad [\text{II.19}]$$

Si l'on suppose (M. Setterfield [1997]) que les relations [II.17] et [II.18] s'appliquent pour la nation, on obtient :

$$\begin{cases} \hat{y}_t^* = z_t + \lambda^* \hat{Y}_{t-1}^* \\ \hat{p}_t^* = \hat{w}_t^* - \hat{y}_t^* \end{cases} \Rightarrow \hat{p}_t^* = \hat{w}_t^* - z_t - \lambda^* \hat{Y}_{t-1}^* \quad [\text{II.20}]$$

Si l'on suppose enfin à la suite de Kaldor que la croissance des salaires est égale dans la région et dans la nation, soit $\hat{w}_t = \hat{w}_t^*$ (en raison notamment des procédures institutionnelles et des mouvements de main d'œuvre), et que la croissance de la demande nationale est constante ($\hat{Y}_t^* = \hat{Y}_{t-1}^* = \hat{Y}^*$), la relation [II.19] s'écrit :

$$\hat{Y}_t = -\gamma\phi\lambda\hat{Y}_{t-1} + \gamma(\phi\lambda^* + \epsilon)\hat{Y}^* \quad [\text{II.21}]$$

On en déduit la valeur du taux de croissance à l'équilibre (noté $\bar{Y}$) :

$$\bar{Y} = \frac{\gamma(\phi\lambda^* + \epsilon)\hat{Y}^*}{1 + \gamma\phi\lambda} \quad [\text{II.22}]$$

Etant donné que $\phi < 0$, le taux de croissance d'équilibre dépend positivement du coeffi-

cient de Verdoorn de la région (négativement de celui de la nation) et de l'élasticité revenu de la demande d'exportation, c'est-à-dire à la fois de la compétitivité-prix et de la compétitivité hors-prix de la région. Le signe du taux de croissance est ambigu, puisque ϕ apparaît au numérateur et au dénominateur. Il dépend donc des valeurs de l'ensemble des paramètres.

On remarque qu'une explication de la croissance de long terme n'équivaut pas à une explication de la divergence des régions : à moins de supposer que l'un au moins des paramètres diffère selon les régions, les différences de taux de croissance ne sont pas expliquées. Nous retrouverons une conclusion similaire avec certains modèles de croissance endogène.

Pour analyser la dynamique de transition des économies vers leur taux de croissance d'équilibre, il convient de résoudre l'équation de récurrence [II.21] :

$$\hat{Y}_t = A^t \hat{Y}_0 + B \sum_{i=0}^{t-1} A^i \text{ avec } A = -\gamma\phi\lambda \text{ et } B = \gamma(\phi\lambda^* + \varepsilon)\hat{Y}^* \quad [\text{II.23}]$$

Si l'économie ne se trouve pas à l'équilibre (ou si un choc l'éloigne de son équilibre), la dynamique du modèle va dépendre de A : si $A < 1$, $A^t \rightarrow 0$ et $\sum A^i \rightarrow 1/(1-A)$ quand $t \rightarrow \infty$, ce qui implique que $\hat{Y}_t \rightarrow B/(1-A) = \bar{Y}$. L'économie converge donc vers son taux de croissance d'équilibre. Si $A > 1$, l'équilibre est instable ; en cas de choc, l'économie diverge de son équilibre de manière exponentielle. Enfin, si $A=1$, on obtient $\hat{Y}_t \rightarrow \hat{Y}_0 + tB$ quand $t \rightarrow \infty$. Dans ce cas, l'équilibre est encore instable, l'économie s'en éloignant linéairement. On remarque que dans ces deux derniers cas, le terme en Y_0 apparaît dans l'équation du taux de croissance de long terme, c'est-à-dire que les conditions initiales influent sur lui, que « l'histoire compte ». Cependant, ces situations (surtout le cas d'une divergence explosive) sont économiquement peu plausibles, d'autant plus que des valeurs raisonnables des paramètres (Dixon & Thirwall supposent que $\gamma=1$, $\lambda=1/2$, $|\phi|<2$) penchent plutôt pour une valeur de A inférieure à l'unité.

Si l'on suppose que $A < 1$, l'explication des différences de taux de croissance d'équilibre passe donc par une explication des différences dans les valeurs et surtout dans l'évolution des paramètres. R. Dixon & A. Thirwall [1975] proposent deux axes de

recherche : d'une part, les élasticités prix et l'élasticité revenu de la demande d'exportation, qui dépendent de la nature des biens produits dans la région, sont susceptibles de se modifier avec le temps, à mesure que la structure productive des espaces se modifie. D'autre part, il convient de s'interroger sur l'influence de la structure productive sur les paramètres de la loi de Kaldor-Verdoorn⁶¹ : R. Dixon & A. Thirwall relient les déterminants de cette loi aux déterminants de la fonction de progrès technique de N. Kaldor [1957]⁶², dont une spécification (linéaire) possible est :

$$\hat{y}_t = \hat{A}_t + \phi \hat{k}_t \quad [\text{II.24}]$$

$\hat{A}_t$ et $\hat{k}_t$ sont respectivement le taux de croissance du progrès technique non incorporé et du capital par tête. Ils supposent ensuite que $\hat{A}_t$ et $\hat{k}_t$ sont fonction du taux de croissance du produit :

$$\hat{A}_t = \alpha_1 + \beta_1 \hat{Y}_t \text{ et } \hat{k}_t = \alpha_2 + \beta_2 \hat{Y}_t \quad [\text{II.25}]$$

D'où l'on dérive :

$$\hat{y}_t = \hat{z}_t + \lambda \hat{Y}_t \text{ avec } \begin{cases} \hat{z}_t = \alpha_1 + \phi \alpha_2 \\ \lambda = \beta_1 + \phi \beta_2 \end{cases} \quad [\text{II.26}]$$

α_1 est le taux de croissance du progrès technique non incorporé, α_2 le taux de croissance autonome de l'intensité capitalistique, β_1 et β_2 sont respectivement le taux de progrès technique et le taux de croissance de l'intensité capitalistique induits par la croissance du produit et ϕ une mesure de l'importance du progrès technique induit par l'accumulation du capital. Si l'on s'accorde sur le fait que ces déterminants varient se-

⁶¹ Comme nous avons supposés que $\hat{z}_t = \hat{z}_t^*$, ces termes ont disparu de l'expression du taux de croissance d'équilibre. Il suffit bien sûr de poser l'hypothèse inverse pour qu'ils réapparaissent, justifiant leur endogénéisation.

⁶² Dans ses premiers travaux, N. Kaldor rejette la formalisation néo-classique de l'activité de production, qui considère les effets du progrès technique et de l'accumulation du capital comme additifs et indépendants. Il lui substitue une fonction de progrès technique qui relie la croissance de la productivité du travail (mesure du progrès technique) à la croissance de l'intensité capitalistique. Il existe alors autant de taux de progrès technique que de taux d'accumulation du capital. L'accumulation du capital est essentielle pour Kaldor, puisqu'elle correspond à la fois à un accroissement de la demande et à un accroissement des capacités de production ; elle constitue l'incitation et le moyen d'une expansion additionnelle (Cf. infra pour une mise en perspective de cette conception).

lon les secteurs, alors les paramètres de la loi de Kaldor-Verdoorn vont varier selon les régions en fonction de la structure productive des espaces, ce qui conduit à une hétérogénéité des taux de croissance de long terme. La problématique est de ce fait déplacée, une explication de la variabilité sectorielle et temporelle des déterminants étant requise.

Une des limites essentielles du modèle de R. Dixon & A. Thirwall [1975] est de n'imposer aucune limite à la croissance des importations relativement à la croissance des exportations. Cette hypothèse, éventuellement acceptable dans un cadre interrégionale, devient insoutenable dans un cadre international. A. Thirwall [1979] remédie à ce problème en introduisant une contrainte de balance des paiements : le commerce extérieur est considéré comme la composante essentielle de la demande agrégée, la condition d'équilibre de la balance des paiements contraignant le taux de croissance de long terme.

La condition d'équilibre de la balance des paiements s'écrit :

$$p_t X_t = p_t^* M_t \Rightarrow \hat{p}_t + \hat{X}_t = \hat{p}_t^* + \hat{M}_t \quad [\text{II.27}]$$

p et p^* sont exprimés en monnaie nationale, leur rapport correspond aux termes réels de l'échange⁶³. On ajoute au modèle une fonction de demande d'importation :

$$M_t = \left(\frac{p_t}{p_t^*} \right)^\psi Y_t^\mu \Rightarrow \hat{M}_t = \psi(\hat{p}_t - \hat{p}_t^*) + \mu \hat{Y}_t \quad [\text{II.28}]$$

Ces deux relations, combinées à l'expression de la croissance de la demande d'exportation (relation [II.16]), nous donnent :

$$\hat{Y}_t = \frac{(1 + \phi - \psi)(\hat{p}_t - \hat{p}_t^*) + \varepsilon \hat{Y}^*}{\mu} \quad [\text{II.29}]$$

On pourrait bien sûr procéder de la même manière que dans le modèle précédent, pour obtenir finalement :

⁶³ Dans un cadre interrégional, on peut relâcher la contrainte de balance des paiements en autorisant un taux de dépassement des importations (noté D) et en partant de la relation $pX_t D_t = p^* M_t$

$$\bar{Y} = A' \hat{Y}_0 + B' \sum_{i=0}^{t-1} A'^i \text{ avec } \begin{cases} A' = -\frac{(1+\phi-\psi)\lambda}{\mu} \\ B' = \frac{[(1+\phi-\psi)\lambda^* + \varepsilon]\hat{Y}^*}{\mu} \end{cases} \quad [\text{II.30}]$$

La stabilité de l'équilibre dépend de la valeur de A' .

Cependant, si l'on suppose que la condition de Marshall-Lerner est juste vérifiée, ou si les termes de l'échange ne changent pas sur la longue période, alors le taux de croissance d'équilibre de long terme s'écrit :

$$\bar{Y} = \frac{\varepsilon \hat{Y}^*}{\mu} = \frac{\hat{X}_t}{\mu} \quad [\text{II.31}]$$

On qualifie cette relation de loi de Thirwall. Elle indique que les différences de taux de croissance des économies s'expliquent essentiellement par des différences dans les élasticités revenus de la demande d'exportation et de la demande d'importation. En d'autres termes, le taux de croissance dépend de l'aptitude du pays (ou de la région) à accroître ses exportations quand la demande mondiale augmente, et du volume d'importation nécessaire à sa propre croissance, ce qui dépend dans une large mesure, comme le souligne N. Kaldor [1981], de la capacité d'innovation et d'adaptation des producteurs (p. 603). Les travaux empiriques menés montrent que cette loi est plutôt bien vérifiée (Cf. A. Thirwall [1979], N. Kaldor [1981], ainsi que le numéro spécial du *Journal of Post-Keynesian Economics* [1997] sur la loi de Thirwall)⁶⁴.

Premiers modèles de croissance endogène, les modèles kaldoriens mettent en évidence les enchaînements essentiels du processus de croissance. Toutefois, les différences de taux de croissance ne sont pas véritablement expliquées, sauf à supposer des dynamiques instables peu plausibles, auquel cas les conditions initiales sont déterminantes. L'explication des différences de taux de croissance relèvent de différences dans les spécialisations sectorielles des espaces et dans les comportements des acteurs, mais ces différences là ne sont pas analysées. Le problème est en quelque sorte simplement dé-

⁶⁴ B. Amable [1992] fait remarquer que les processus cumulatifs liés à la loi de Kaldor-Verdoorn ont disparu du modèle. En s'appuyant sur la formalisation de l'accroissement des connaissances de K. Arrow [1962], il propose un modèle permettant de les réintroduire.

placé.

§2. Les nouveaux modèles de croissance

Les modèles de croissance endogène occupent une place centrale dans la théorie de la croissance économique depuis l'article fondateur de P. Romer [1986]. Leur objectif est d'endogénéiser le progrès technique, considéré comme la source essentielle de la croissance, afin d'expliquer la croissance de long terme des économies.

On remarque d'abord que ces modèles s'imposent une double contrainte : i) introduire la possibilité de rendements croissants, ii) s'inscrire dans une approche en terme d'équilibre général⁶⁵.

S'agissant de cette dernière contrainte, le problème auquel sont confrontés les théoriciens de la croissance est qu'en présence de rendements croissants, une structure de marché concurrentielle n'est a priori pas tenable, l'industrie étant plutôt conduite vers une structure monopolistique ou oligopolistique. L'analyse des situations oligopolistiques pose problème, car elle nécessite de prendre en compte explicitement les interdépendances stratégiques, ce qui se prête difficilement à une analyse simple de la croissance. Les difficultés de l'interdépendance peuvent cependant être contournées en supposant soit que les rendements croissants sont externes aux firmes, selon la logique marshallienne, soit en recourant aux modèles de concurrence monopolistique qui supposent d'une part que chaque firme de l'industrie considérée peut différencier ses produits et d'autre part que chacune considère le prix des concurrents comme donné. Ces deux solutions ont été retenues dans les nouveaux modèles de croissance.

Ce faisant, si l'on considère que la croissance résulte essentiellement de l'accroissement des connaissances, une théorie pertinente de la croissance doit proposer avant tout une théorie de l'accroissement des connaissances. P. Romer [1990] considère ainsi la connaissance comme un bien non rival et partiellement exclusif. Un bien non rival est un bien dont l'utilisation par un individu ne limite pas son utilisation par un autre individu. Un bien exclusif est un bien dont le propriétaire peut empêcher

⁶⁵ P. Romer [1989] affirme ainsi que « la croissance est un processus d'équilibre général. (...) Un théoricien de la croissance doit donc construire un modèle d'équilibre général dynamique, en commençant par la spécification des préférences et de la technologie et en spécifiant un concept d'équilibre » (p. 70)

l'utilisation par un autre individu. Si la rivalité est un attribut technologique du bien, l'exclusivité dépend à la fois du système technique et du système légal (brevets, droits d'auteur, ...). La combinaison de ces deux attributs font du progrès technique le cœur de la croissance : parce qu'elle est non rivale, la connaissance conduit à des effets d'échelle essentiels pour la croissance de long terme des économies ; parce qu'elle est partiellement exclusive, des incitations à la production de ce bien particulier existent.

Dans les premiers modèles avec externalités (P. Romer [1986], R. Lucas [1988], R. Barro [1990]), le problème de l'exclusivité (et donc des incitations) est évacué, car l'on considère que l'accroissement des connaissances est un produit dérivé fortuit de l'investissement en capital (physique, humain, public). Cette hypothèse, déjà présente dans le modèle de K. Arrow [1962], est notamment reprise dans le modèle fondateur de P. Romer [1986], dont l'apport essentiel est d'expliquer simultanément la croissance de long terme des économies. La logique du modèle est la suivante : les entreprises de l'économie considérée, en accumulant du capital physique, accumulent fortuitement des connaissances qui vont se diffuser gratuitement et instantanément à l'ensemble des autres entreprises. Si, au niveau de chaque entreprise, les rendements sont constants –ce qui permet de préserver l'existence d'un équilibre concurrentiel– ils deviennent croissants au niveau agrégé, ce qui conduit à une croissance de long terme positive en dépit de l'absence de progrès technique exogène et de croissance démographique. De plus, le taux de croissance d'équilibre n'est pas optimal car les entreprises n'intègrent pas dans leur calcul l'effet de leur investissement sur la productivité des autres entreprises (leur investissement est donc trop faible), alors que le 'planificateur omniscient' d'une économie centralisée prendrait en compte la diffusion des connaissances.

Dans le cas le plus simple d'une fonction d'utilité logarithmique et d'une fonction de production Cobb-Douglas avec progrès technique augmentant l'efficacité du travail de la forme :

$$Y_i = AK_i^\alpha [KL_i]^{1-\alpha} \Rightarrow y_i = Ak_i^\alpha K^{1-\alpha} \quad [\text{II.32}]$$

avec $K = \sum_i K_i$ et L constant et donné, et sachant qu'à l'équilibre le capital par tête et le produit par tête de chaque entreprise est le même, le taux de croissance du produit par

tête d'une économie décentralisée s'écrit :

$$\hat{y} = A\alpha L^{1-\alpha} - \rho \quad [\text{II.33}]$$

avec ρ le taux de préférence pour le présent. On remarque que des pays de taille différente, si la taille des économies est mesurée par L , connaissent dans ce modèle des taux de croissance différents. Si l'on suppose cependant que les différents paramètres sont identiques (notamment L), le modèle de Romer, à l'instar du modèle de Dixon et Thirwall, s'il explique la croissance de long terme, n'explique pas à proprement parler la divergence des économies⁶⁶.

La deuxième catégorie de modèles introduit explicitement un secteur de R&D qui concourt à la mise au point de nouveaux biens. Parce qu'ils spécifient les fondements micro-économiques de l'engagement dans l'activité d'innovation, ils semblent plus satisfaisants, mais c'est au prix d'une abstraction plus grande, la réflexion s'engageant « sur l'étude de ce que l'on appelle parfois un « pseudo-monde » pour signifier que certaines de ses hypothèses constitutives n'ont pas de contenu empirique » (E. Malinvaud [1993], p. 182).

Le « pseudo-monde » de P. Romer [1990] est ainsi constitué des trois secteurs de R&D, des biens intermédiaires et du bien final. Le secteur de R&D produit des connaissances nouvelles à partir de capital humain et des connaissances existantes. Chaque unité supplémentaire de connaissance correspond à un nouveau projet de bien intermédiaire, projet qu'une entreprise de ce secteur peut s'approprier totalement contre l'achat d'un brevet au secteur de la recherche. Le secteur du bien final utilise du travail, du capital humain et du capital physique, ce dernier étant constitué du continuum des biens intermédiaires, l'accroissement de leur nombre sous l'effet du progrès technique conduisant à un accroissement du stock de capital.

Le point essentiel du modèle est la double influence des connaissances sur la production : elles permettent d'une part la création de nouveaux biens intermédiaires qui seront

⁶⁶ Dans le modèle de R. Lucas [1988], par contre –dans lequel l'accroissement des connaissances résulte de l'accumulation du capital humain et où c'est le niveau moyen de capital humain et non l'ensemble des connaissances qui agit comme une externalité– la trajectoire du produit par tête dépend des conditions initiales, ce qui explique la persistance des disparités.

utilisés dans la production du bien final et elles accroissent d'autre part le stock existant des connaissances, ce qui stimule en retour le développement de nouveaux projets. Si l'entreprise achetant le brevet a l'exclusivité du bien intermédiaire, elle ne peut s'approprier les connaissances sous-jacentes dont vont bénéficier, en vertu de leur caractère non rival et non exclusif, les autres chercheurs du secteur de R&D.

Conformément au modèle de 1986, un des résultats essentiels du modèle est la non optimalité du taux de croissance d'équilibre, qui s'explique là encore par la non prise en compte des externalités. De plus, le taux de croissance d'équilibre dépendant positivement de l'efficacité de la recherche et de la dotation en capital humain, des différences dans les dotations initiales impliquent une divergence des économies. Corrélativement, P. Romer indique que l'intégration économique de deux pays identiques, qui conduit au doublement du stock de capital humain, entraîne un accroissement de l'efficacité du secteur de R&D et un accroissement du taux de croissance mondial.

Le modèle de P. Aghion et P. Howitt [1989] est assez proche du modèle de Romer. La différence essentielle est que les nouveaux biens intermédiaires ne s'ajoutent pas mais se substituent aux biens existants, annulant la rente de monopole du producteur de l'ancien bien. Une externalité intertemporelle est préservée, puisqu'une innovation est supposée conduire à une hausse de la productivité de l'ensemble de l'économie, à laquelle s'ajoute une externalité négative puisque le nouvel innovateur ne prend pas en compte dans ses calculs la perte que va subir l'ancien innovateur.

A la suite de ces modèles précurseurs se sont développés un ensemble de modèles complémentaires en économie ouverte, s'inscrivant soit dans la logique de l'économie internationale, soit dans celle de l'économie géographique, et s'intéressant aux liens entre croissance et spécialisation.

Un premier ensemble de modèles (P. Krugman [1981, 1987], R. Lucas [1988], B. Elmsie & W. Milberg [1996]) décrit le fonctionnement d'économies produisant un ensemble de biens dont certains exhibent des rendements croissants dynamiques (formalisés par des externalités⁶⁷ résumant les effets d'apprentissage) supérieurs à d'autres. Le point essentiel de ces modèles est que la logique de spécialisation des pays consécutive

à l'ouverture des économies est indépendante des rythmes d'apprentissage des secteurs, ce qui peut conduire à une détérioration de la situation de certaines économies après l'ouverture, et induire un processus de divergence.

D'autres modèles s'inscrivent plutôt à la croisée de l'économie géographique et de la croissance endogène. L'économie géographique s'intéresse à la formation de l'espace régional en s'appuyant sur des modèles d'équilibre inter-régionaux, les modèles les plus intéressants étant ceux qui permettent l'analyse de la confrontation entre des forces centripètes et des forces centrifuges. Dans son modèle canonique (P. Krugman [1991]), les externalités pécuniaires jouent le rôle des forces de concentration, les coûts de transport celui des forces de dispersion, la faiblesse de ces derniers et la force des premières induisant la concentration de l'industrie dans une région. Plus généralement, les forces centrifuges peuvent être la congestion, l'hétérogénéité des préférences de localisation ou les coûts de transport, les forces centripètes relevant généralement des économies d'agglomération ou de localisation. La rencontre de l'économie géographique et de la croissance endogène procède de la volonté de montrer en quoi les dynamiques de croissance modifient les dynamiques de localisation (C. Baumont & J.-M. Huriot [1997]).

A titre d'exemple, Y. Kubo [1995] reprend et étend le modèle de P. Krugman [1981] en considérant que coexistent des rendements croissants infra-régionaux (l'accumulation du capital dans une région réduit le besoin unitaire en travail et en capital pour la production du bien manufacturier de cette région) et des rendements croissants inter-régionaux (l'accumulation du capital dans une région réduit les besoins unitaires de l'autre région). Lorsque les effets internes dominent les effets externes, Kubo retrouve le résultat du modèle de Krugman d'un développement inégal des régions. Si, au contraire, les effets externes dominent, le développement régional n'est plus inégal, les deux régions concentrant une part stable de l'industrie. Si, dans un cas intermédiaire, les effets internes dominent dans une région mais sont dominés dans l'autre région, le développement peut être égal ou inégal, en fonction essentiellement de la taille initiale du secteur manufacturier des régions. D'autres modèles tentent de synthétiser les apports de P. Krugman [1991] et P. Romer [1990] (F. Englmann & U. Walz [1995], P.

⁶⁷ Circonsrites aux pays.

Martin & G. Ottaviano [1996])⁶⁸.

Dans tous les cas, il s'agit de variations autour du thème de l'accroissement des connaissances, et c'est d'ailleurs sur cette conceptualisation commune de l'accroissement des connaissances que portera l'essentiel de notre critique. Les résultats précis des modèles dépendent ensuite des hypothèses sur la mobilité des biens, sur la mobilité des facteurs, sur l'existence ou non de différences dans les technologies, sur le mode de production des connaissances nouvelles, sur la portée géographique et/ou sectorielle des externalités, etc. Si la diversité des modèles traduit sans doute la diversité des possibles, il est clair que les hypothèses constitutives sont autant de paris, tant on en ignore encore la validité, et, à la suite de E. Malinvaud [1993], on ne prend guère de risque « en disant que tous les paris ne seront pas gagnés et que certaines des hypothèses (...) seront infirmées » (p. 186).

⁶⁸ Pour une présentation synthétique de ces modèles, nous renvoyons à C. Baumont & J.-M. Huriot [1997].

Section III. La non pertinence de l'alternative

Nous allons procéder dans un premier point (§1) à une synthèse critique des théories de la croissance au regard des faits stylisés recensés dans le chapitre précédent. Il s'avère que les nouveaux modèles de croissance, qui proposent une explication de la croissance de long terme en s'appuyant sur des fondements micro-économiques robustes, sont les plus aboutis. Cependant, aucun modèle ne parvient à rendre compte de manière satisfaisante de la diversité des dynamiques observées.

L'argument avancé (§2) est que ce déficit prédictif résulte d'une conceptualisation insatisfaisante du changement technique. Nous jetons donc les bases d'une conceptualisation alternative de l'accroissement des connaissances et des comportements des acteurs face à cet accroissement : parce que les connaissances intègrent une forte composante tacite, que leur accroissement est localisé, cumulatif et radicalement incertain, nous montrons qu'il convient de poser les hypothèses de rationalité limitée et de comportements hétérogènes.

Nous expliquons enfin (§3) en quoi l'argument du 'as if' de Friedman, destiné à valider la conceptualisation néoclassique des comportements quelle que soit la rationalité *effective* des individus, de même que les modèles dérivés de la théorie du chaos, supposés aptes à traiter des situations d'incertitude, sont insatisfaisants dans le cadre de l'élaboration d'une théorie pertinente de la croissance.

§1. Théories de la croissance et faits stylisés : repérage des insuffisances

Pour synthétiser, de manière sans doute un peu caricaturale, les apports et les limites des théories exposées, nous avons élaboré un tableau qui croise les faits stylisés et les théories de la croissance, un signe «-» correspondant à un contenu explicatif faible ou nul, un signe «+» à un contenu explicatif moyen ou partiel et deux signes plus à un contenu explicatif fort :

Tableau 11 : le contenu explicatif des modèles de la croissance

	néoclassiques	rattrapage	Kaldoriens	endogènes
Croissance de long terme	-	-	+	++
Diversité spatiale	+	+	+	++
Diversité temporelle (retournement)	-	-	-	-
Logique de spécialisation	-	-	+	++
Spécialisation évolutive	-	-	-	-

Il apparaît clairement à la lecture de ce tableau qu'une certaine hiérarchie se dessine entre les théories : le contenu explicatif de l'école de la divergence nous semble ainsi supérieur au contenu explicatif de l'école de la convergence, et au sein de l'école de la divergence, les modèles de croissance endogène nous apparaissent comme les plus convaincants. On remarque cependant que deux faits stylisés ne sont expliqués par aucune des théories recensées : la diversité temporelle et la logique de spécialisation évolutive.

Apports et limites des théories : une synthèse

Les théories de la convergence mettent au cœur de leur schéma explicatif un mécanisme économique fondamental qui assure la résorption des disparités dans les performances des espaces. Pour la théorie néoclassique, les disparités sont imputables à des différences dans les intensités capitalistiques et doivent disparaître en vertu de la propriété de décroissance des rendements du capital. Pour la théorie du rattrapage, ce sont les différences technologiques qui sont à la base des disparités, la diffusion technologique devant à terme conduire à leur disparition.

Il est possible de réconcilier ces théories à l'observation empirique d'une absence de convergence globale des performances des espaces si l'on suppose que des institutions spécifiques aux économies viennent modifier le jeu naturel des forces de convergence. Dans la théorie néoclassique, les institutions n'entravent pas à proprement parler le mécanisme néoclassique de convergence, mais modifient et différencient les positions d'équilibre des économies, seuls les pays ou régions structurellement identiques voyant leurs performances effectivement converger. Dans les modèles de rattrapage, c'est le mécanisme de convergence lui-même qui est altéré, puisque les institutions empêchent une diffusion efficace de la technologie du leader.

Ces amendements sont cependant insatisfaisants, pour deux raisons essentielles. D'abord, si les institutions sont à la base de la diversité des taux de croissance et de

l'absence de convergence, elles doivent être placées au cœur de l'analyse. Leur introduction permet certes d'expliquer l'absence de convergence quantitative des économies, mais le problème est simplement déplacé, puisque surgit alors la question de la convergence des institutions –autrement dit de la convergence qualitative– des économies. Ensuite, les théories de la convergence privilégient le lien de causalité qui va des institutions aux performances des espaces. Or ce lien de causalité peut être renversé, si l'on suppose qu'une logique d'interaction est à l'œuvre, les institutions influant sur, mais étant également influencées par, l'évolution des performances⁶⁹.

On remarque également que ces théories ne proposent pas d'explication satisfaisante de la logique de spécialisation sectorielle des économies. Dans le cadre du modèle néo-classique, les différences de productivité devraient être éliminées par le jeu de la mobilité sectorielle des facteurs de production, ce qui semble contredit par les observations empiriques. Pour ce qui est des modèles de rattrapage, la logique de spécialisation des économies pose problème, à moins de supposer que les technologies qui se diffusent ne sont pas spécifiques aux secteurs, mais sont des technologies génériques qui sont ensuite mises en œuvre dans les secteurs de spécialisation. Il manque alors une explication de la logique de spécialisation des économies.

La limite principale des théories de la convergence est cependant ailleurs : ni la théorie néoclassique, ni les modèles de rattrapage ne proposent une explication de la croissance de long terme des économies. Les mécanismes invoqués assurent seulement une croissance transitoire des économies, la croissance de long terme dépendant d'éléments exogènes. Dans la théorie néoclassique, le taux de croissance d'équilibre est égal au taux de progrès technique supposé exogène et identique pour toutes les économies. Dans les modèles de rattrapage, la croissance de long terme est imputable au seul leader technologique, mais n'est pas plus analysée, M. Abramovitz [1994] reconnaissant qu'il s'agit là de la limite la plus sérieuse à son explication de la convergence des pays développés (p. 87). On peut bien sûr dissocier analyse de la convergence et analyse de la croissance, mais en se privant ou en ne proposant qu'une explication partielle du changement technique, qui demeure la source essentielle de la croissance, il est clair que les arguments avancés ne peuvent être qu'insatisfaisants, ou tout au moins incomplets.

⁶⁹ Nous reviendrons sur l'argument des institutions au cinquième chapitre.

Le contenu explicatif des théories de la divergence nous semble plus satisfaisant : modèles kaldoriens et modèles de croissance endogène procèdent à une endogénéisation du progrès technique, aussi sont-ils à même de proposer une explication à la croissance de long terme des économies. En mettant l'accent sur l'importance des rendements croissants, ils montrent que le caractère cumulatif des processus économiques peut conduire à l'observation d'une divergence des performances entre certains espaces.

Précisons cependant qu'une explication de la croissance de long terme ne correspond pas nécessairement à une explication de la diversité des taux de croissance et de la divergence des performances. Les modèles kaldoriens de croissance montrent ainsi que les taux de croissance de long terme dépendent d'un certain nombre de paramètres structurels. L'explication de la diversité des taux de croissance passe donc par une explication des différences dans ces paramètres structurels, explication qui n'est pas véritablement fournie par les modèles. Seuls certains modèles de croissance endogène parviennent à une explication véritablement endogène puisque la diversité des taux de croissance résulterait de différences dans les conditions initiales. De telles différences conduiraient à un développement irréversible et dans certains cas inégal des espaces.

Les théories de la divergence démontrent également l'importance de la structure de spécialisation des économies. Dans les modèles kaldoriens, la diversité des taux de croissance résulte en majeure partie de l'adéquation de la structure de spécialisation à l'évolution du commerce extérieur. Implicitement, ces modèles supposent cependant une certaine inertie des spécialisations, l'incapacité du Royaume-Uni à se spécialiser sur les secteurs de haute technologie étant par exemple invoquée par N. Kaldor [1987 (1983)], mais rien n'est dit sur le pourquoi des différences dans les spécialisations, ni sur les raisons des différences dans les productivités sectorielles. Certains modèles de croissance endogène, et notamment les modèles de type 'Krugman', explorent plus précisément cette logique de spécialisation et montrent que l'existence des rendements croissants peut conduire à des phénomènes de lock-in, la structure de spécialisation initiale se figeant de manière irréversible sous l'effet des processus cumulatifs.

La limite essentielle des modèles kaldoriens de croissance est l'absence d'une micro-économie du changement technique : si le déterminisme de la loi de Say est rejeté, la loi de Kaldor-Verdoorn, qui exprime la croissance des rendements et renvoie aux effets

d'échelle dynamiques, n'est, elle, pas interrogée. L'accroissement des connaissances à la base des gains de productivité découle mécaniquement de l'accroissement de la production. Ce déterminisme du changement technique est d'ailleurs au cœur de la relation de progrès technique de Kaldor qui relie l'accroissement de la productivité du travail à l'accroissement de l'intensité capitaliste, un progrès technique supérieur résultant nécessairement d'un taux d'accumulation plus élevé.

Les nouveaux modèles de croissance sont en ce sens plus satisfaisants, car ils explicitent les fondements micro-économiques de leurs modèles⁷⁰. On remarque cependant que les éléments explicatifs avancés ne sont pas nouveaux (E. Malinvaud [1993], R. Nelson [1994]), l'investissement en capital physique, humain, public, et les dépenses de R&D étant reconnus depuis longtemps comme des sources importantes de croissance. P. Romer [1986] reconnaît d'ailleurs ce point, puisqu'il considère que l'apport essentiel de son premier modèle tient moins à l'avancée de nouvelles explications qu'à la formalisation rigoureuse de mécanismes déjà connus. En d'autres termes, l'apport relèverait plus des mathématiques que de l'économie...

Une critique transversale

Comme nous l'avons signalé, les théories recensées souffrent de lacunes communes : aucune ne propose d'explication satisfaisante de l'existence de processus de retournement de dynamiques, pas plus que d'explication de la logique d'évolution des spécialisations des économies.

L'absence d'explication de l'évolution des spécialisations s'explique essentiellement, nous semble-t-il, par l'hypothèse d'une structure industrielle fixe : les auteurs raisonnent, implicitement (modèles kaldoriens) ou explicitement (certains des nouveaux modèles de croissance), en considérant que l'économie est définie par un ensemble donné d'industries. Comprendre l'évolution des spécialisations devient alors difficile car si celle-ci dépend des possibilités de réallocation des ressources entre des secteurs existants, elle dépend aussi de l'émergence de nouvelles industries, et du déclin d'industries plus anciennes. Nous verrons par la suite que la logique d'évolution des spécialisations est essentielle pour comprendre l'évolution des performances des espaces, et se trouve

notamment à la base de certains mécanismes de retournement.

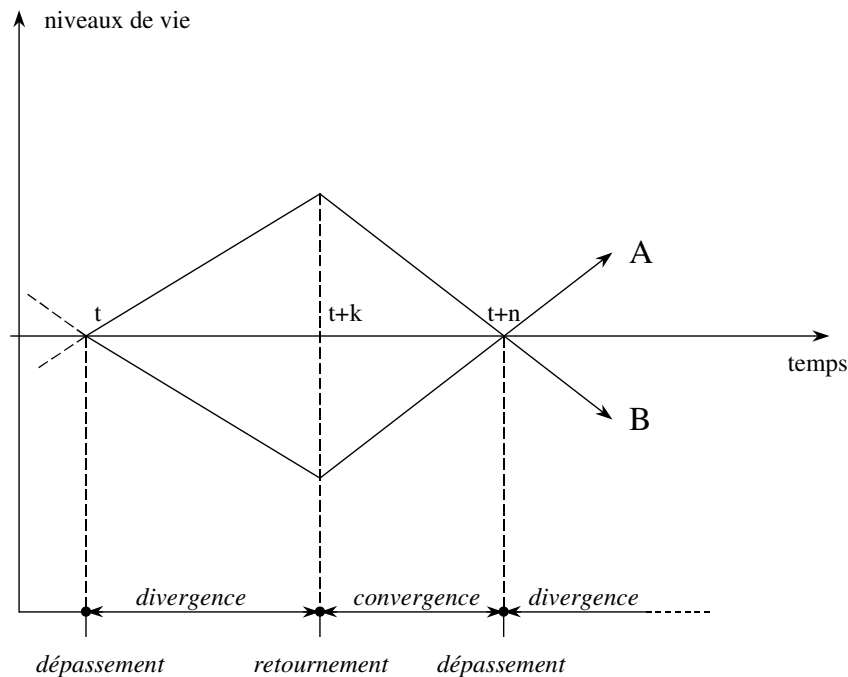
Plus généralement, le déterminisme des évolutions qui se dégage des principales théories de la croissance peut s'expliquer par la méthodologie commune adoptée qui consiste à supposer l'existence de lois économiques déterminant entièrement l'évolution du système. Alors que les théories néoclassiques et les théories du rattrapage mettent au cœur de leur argumentation un mécanisme rééquilibrant qui assure la nécessaire convergence des économies, les théories de la divergence reposent sur un même principe de causalité circulaire et cumulative que l'on peut considérer comme « l'envers symétrique du retour néoclassique à l'équilibre » (A. Rallet [1995], p. 6). Au rééquilibrage trop 'naturel' des théories de la convergence s'oppose une dynamique trop irréversible des théories de la divergence.

Précisons cependant que le retournement de dynamiques peut, dans une certaine mesure, être intégré aux théories existantes, mais c'est en posant l'hypothèse *ad hoc* de chocs asymétriques qui viendraient affecter les économies : dans le cadre des théories de la convergence, on peut supposer que des chocs viennent modifier les institutions de certaines économies, leur permettant soit de converger ou, à l'inverse, freinant l'éventuel processus de convergence à l'œuvre⁷⁰. Dans le cadre des théories de la divergence, de la même façon, des chocs peuvent modifier les paramètres à la base des taux de croissance des économies, ou peuvent déplacer l'économie, dans le cadre de modèles à équilibres multiples, du bassin d'attraction d'un état d'équilibre au bassin d'attraction d'un autre état d'équilibre. Hors de cet artifice, il semble bien que ces théories se caractérisent par un certain déterminisme, et si l'inertie des évolutions est incontestable, elle n'exclut pas, comme nous l'avons vu, l'existence d'une certaine mobilité qu'il convient d'expliquer.

la diversité temporelle des évolutions

⁷⁰ Tout au moins dans les modèles de P. Romer [1990] et P. Aghion & P. Howitt [1989]

⁷¹ Dans les modèles néoclassiques, plus précisément, ces chocs éloigneraient ou rapprocheraient les états réguliers de croissance.



Reprenons l'exemple de la figure 2. Notre thèse est que si le retournement correspond bien à une rupture dans l'évolution quantitative des indicateurs, il peut être interprété, dans certains cas, comme l'évolution logique d'un même processus. L'avantage cumulatatif dont bénéficie l'économie A se transformerait en $t+k$ en désavantage cumulatatif. L'économie B bénéficierait, à partir de ce point de retournement, d'un avantage cumulatatif conduisant d'abord à la réduction des disparités puis au dépassement de A, et à une nouvelle phase d'accroissement des disparités. Le point essentiel est alors que, selon nous, le retournement est déjà inscrit dans la première phase de divergence : les facteurs et les mécanismes à la base de l'avantage cumulatatif dont bénéficie A expliqueraient aussi le retournement et la transformation de l'avantage en désavantage. En des termes encore plus simples, nous pensons que, dans certains cas, ce qui fait la force d'une économie sur une période donnée fait aussi sa faiblesse sur la période suivante.

En proposant une conceptualisation alternative du changement technique, il nous sera possible d'élaborer un schéma explicatif de la croissance plus pertinent, permettant de s'extraire du déterminisme des théories existantes et de dépasser certaines des limites évoquées.

§2. Une conceptualisation alternative du changement

technique

Les connaissances sont aujourd'hui la ressource essentielle à la base de l'activité de production des entreprises des pays développés et, par suite, leur accroissement est la source essentielle de leur croissance économique. Les principaux modèles des nouvelles théories de la croissance assimilent les connaissances à un bien public dont l'accroissement —certain ou faiblement incertain— est le résultat fortuit de l'activité de production (modèles avec externalités), ou à un bien partiellement public (non rival et partiellement exclusif), une partie des connaissances pouvant être appropriée par leur producteur —ce qui est à la base de l'incitation à les produire—, mais une autre partie se diffusant librement à l'ensemble des autres acteurs.

Connaissances codifiables et connaissances tacites

Une première hypothèse forte de ces théories concerne la nature des connaissances : parce qu'elles sont un bien non rival, leur simple détention permet de les utiliser de manière optimale. Nous considérons au contraire qu'une utilisation économiquement efficace d'une part essentielle de ces connaissances requiert de la part des organisations productives un ensemble de compétences, c'est-à-dire un ensemble de savoirs, de savoir-faire et d'expérience (G. Richardson [1972]).

Les compétences d'une organisation sont une forme de connaissances sur la manière de mener à bien les tâches productives. Elles sont accumulées au cours de l'activité de l'organisation et, point essentiel, elles intègrent une large composante tacite (M. Polanyi [1983]). En les définissant par la négative, des connaissances sont qualifiées de tacites quand elles ne peuvent être codifiées, inscrites sur un support (*blueprint*), diffusées librement dans le temps et dans l'espace pour être réutilisées de manière aussi performante. Ce sont des connaissances que les individus eux-mêmes ne peuvent parfaitement exprimer (*we know more than we can tell*), mais qui peuvent être partagées par des individus ayant une expérience commune (G. Dosi [1988]).

P. Romer ne conteste pas l'existence de telles connaissances : dans un article de 1995, il s'appuie sur une métaphore informatique pour distinguer parmi les ressources mobilisées dans l'activité de production le *Hardware*, qui correspond à l'ensemble des res-

sources physiques ; le *Wetware*, qui correspond à l'ensemble des connaissances tacites et que Romer associe au capital humain ; et le *Software*, qui englobe l'ensemble des connaissances codifiables. Supposant que le *Software* est la composante dominante des ressources des organisations, il se livre alors à l'analyse de la production et de la diffusion de ce bien non rival pour expliquer les ressorts de la croissance économique des pays.

Selon nous, le raisonnement de Romer est non recevable, car ce qui importe est moins le poids des connaissances codifiables (si tant est qu'on puisse l'évaluer) que la complémentarité entre les connaissances tacites et les connaissances codifiables : même si la production d'un bien ne nécessite qu'une faible part de connaissances tacites, leur absence interdit la mise en œuvre efficace des connaissances codifiables. En effet, le fait que les connaissances tacites sont non transmissibles, tout au moins à court et moyen terme, alors que les connaissances codifiables le sont plus facilement, fait des premières l'élément déterminant de la compétitivité des organisations, même si leur poids dans l'ensemble des connaissances mobilisées est faible. Pour reprendre l'exemple lumineux de G. Dosi [1988], les connaissances codifiables sont aux performances des organisations ce qu'un abonnement à l'*American Economic Review* est à l'obtention du prix Nobel : bien que nécessaires, elles ne sont pas suffisantes et doivent être combinées à des connaissances tacites qui ne peuvent se diffuser librement ou par l'intermédiaire d'un marché.

Parce qu'elles sont tacites, et donc non transmissibles à court et moyen terme, ces connaissances sont localisées au sein des organisations productives qui les ont accumulées au cours de leur activité. Le problème économique résultant étant dès lors celui de « l'utilisation de la connaissance que personne ne possède en totalité » (F. Hayek [1945], p. 520). De la même façon, leur accroissement est lui même localisé et cumulatif, en ce qu'il procède essentiellement de l'apprentissage, que nous définissons comme « le processus par lequel la répétition et l'expérimentation font que des tâches sont effectuées mieux et plus vite et que de nouvelles opportunités de production sont identifiées » (G. Dosi, D. Teece & S. Winter [1990], p. 243).

Le fait que des connaissances sont tacites ne signifie pas qu'elles le resteront éternellement. On peut supposer avec D. Foray & P. David [1995] que si les incitations sont

suffisantes, toutes les connaissances peuvent être à terme codifiées. C'est en ce sens que nous précisons que les connaissances tacites sont non transmissibles *à court et moyen terme*, leur diffusion pouvant être assurée à plus long terme, suite aux efforts de généralisation, de standardisation et de codification. La répartition des connaissances entre connaissances tacites et connaissances codifiables doit donc être considérée comme évolutive⁷².

Incertitude radicale et rationalité limitée

Si l'on s'appuie sur la distinction de F. Knight [1921], l'avenir peut être qualifié de certain, de risqué (ou faiblement incertain) ou d'incertain (ou radicalement incertain)⁷³. Dans le premier cas, les individus connaissent l'ensemble des états du monde futurs. De ce fait, il leur est possible de procéder à la maximisation d'une fonction objectif intertemporelle, compte tenu de l'utilité qu'ils attachent aux différents états à venir. Dans le second cas, les individus peuvent attacher aux états du monde à venir une probabilité objective (approche de O. Morgenstern & J. Von Neumann [1953]) ou subjective (approche de L. Savage [1954]), et appliquer un algorithme de maximisation non plus sur l'utilité mais sur l'espérance de l'utilité. Dans le dernier cas, enfin, les individus sont incapables de recenser les états du monde à venir et ne peuvent se référer à aucun mécanisme de décision analogue aux deux précédents.

Les nouvelles théories de la croissance ne traitent pas des situations d'incertitude radicale : elles supposent en effet que l'accroissement futur des connaissances est connu de manière certaine ou, dans certains modèles (P. Aghion & P. Howitt [1989] par exemple), de manière faiblement incertaine, les acteurs connaissant la loi de probabilité qui sous-tend l'accroissement des connaissances et basant leurs calculs sur les paramètres de cette loi. Cette hypothèse, combinée aux hypothèses précédentes, permet de

⁷² D. Foray & P. David [1995] considèrent que le développement des infrastructures et des technologies de l'information et de la communication correspond à une tendance majeure à la codification des connaissances qui devrait annuler l'importance des connaissances tacites. B. Lundvall [1996] apporte plusieurs arguments qui montrent clairement les limites de leur analyse. Il insiste également sur l'aspect complémentaire des deux formes de connaissances : « In a way codified knowledge may be considered as a material to be transformed and elements of tacit knowledge as tools to handle the material. When the material becomes more complex, changes more rapidly and grows in volume the demand for more and different tools will be growing » (p. 9-10).

⁷³ « Pour préserver une distinction (...) entre une incertitude mesurable et une incertitude non mesurable, on peut utiliser le terme de 'risque' pour la première et 'd'incertitude' pour la dernière » (F. Knight

construire une théorie de la croissance qui s'inscrit dans la logique de la conceptualisation néoclassique des comportements : le comportement des acteurs correspond en la maximisation, par un individu représentatif, d'une fonction objectif intertemporelle sous contrainte(s).

Cette conceptualisation est donc sans équivoque, puisque les acteurs économiques sont de simples « automates maximisateurs » (W. Baumol [1968]) qui connaissent l'ensemble des fins, l'ensemble des moyens, le problème comportemental résultant ne relevant alors que de la pure logique, « la théorie qui décrit la conduite des hommes selon ces hypothèses, étant une théorie de la structure, et n'a rien à voir avec une théorie de la création de l'histoire » (G. Shackle [1967], p. 235-236). En d'autres termes, ce n'est pas le comportement des acteurs qui pose problème, mais, compte tenu de la structure supposée du monde, la possibilité d'atteindre les fins *données* avec les moyens *donnés*.

Une telle démarche ne permet pas de proposer une théorie pertinente de la croissance économique, car, si en 'donnant' le futur à l'acteur économique elle permet de respecter la formalisation néoclassique des comportements, elle élimine en même temps le problème essentiel que doit traiter une théorie de la croissance⁷⁴, qui est celui de l'accroissement imprédictible des connaissances, car il est impossible de prédire « les résultats que nous obtiendrons au cours de la croissance de notre propre connaissance » (K. Popper [1984], p. 53)⁷⁵.

L. Robbins avait clairement conscience de ce problème, car à la question de l'extension de la théorie néo-classique en vue de l'élaboration d'une « théorie complète

[1921], p. 233).

⁷⁴ On reconnaîtra là la critique de F.A. Hayek : « What is the problem we wish to solve when we try to construct a rational economic order ? On certain familiar assumptions the answer is simple enough. *If* we possess all the relevant information, *if* we can start out from a given system of preferences, and *if* we command complete knowledge of available means, the problem which remains is purely one of logic. (...) This, however, is emphatically *not* the economic problem which society faces. » (F. Hayek [1945], p 519-530).

⁷⁵ Popper, dans son *plaidoyer pour l'indéterminisme*, avance en fait trois arguments qui remettent en cause les possibilités de prédiction : le premier concerne nos connaissances limitées des conditions initiales. Cet argument, qui s'appuie sur le problème des trois corps de Poincaré, renvoie aux théories du Chaos (Cf. *infra*). Le deuxième argument s'appuie sur la théorie de la relativité restreinte d'Einstein et montre la nécessité et les implications de l'hypothèse d'une asymétrie passé/futur qui fait que si le passé est « clos », le futur est « ouvert », « dans ce sens qu'il ne peut être entièrement prédit par nous » (p. 50). Cf. également, pour une analyse plus récente, I. Prigogine [1996].

du développement économique », il répond : « si l'étude de l'économie nous montre une région de lois économiques, de nécessités auxquelles est soumise l'action humaine, elle nous montre aussi une région où ces nécessités n'interviennent pas », « nous pourrions concevoir un immense calcul qui permettrait à un Laplace économiste de prédire l'aspect économique de notre univers à n'importe quel moment dans l'avenir. Mais (...) si ces calculs sont très utiles pour juger les potentialités immédiates de situations particulières, il n'y a aucune raison de leur attribuer une validité permanente. Notre Laplace économiste doit échouer précisément parce qu'il n'y a pas de constantes de cette sorte dans son système » (L. Robbins [1947]).

Les auteurs développant les nouvelles théories de la croissance n'adhèrent pas à cette délimitation du champ d'investigation, et considèrent comme possible d'étendre le cadre néoclassique à l'étude du processus de croissance. P. Romer [1994b] affirme ainsi qu'il a « une croyance forte dans la nature cumulative de la recherche scientifique. (...) Je cherche à supprimer une ou deux hypothèses restrictives à la fois, plutôt que de faire un grand saut en modifiant un grand nombre d'hypothèses » (p. 152).

L'hypothèse implicite de cette démarche est qu'en procédant de la sorte, le bilan est nécessairement positif, puisque l'on a procédé à la levée d'hypothèses « restrictives ». En fait, tout dépend du coût induit par les hypothèses auxiliaires nécessaires à la levée des hypothèses restrictives. Remarquons en ce sens que le passage du modèle de croissance de Solow au modèle de croissance optimal correspond à la levée de l'hypothèse restrictive d'exogénéité du taux d'épargne. Ce faisant, l'endogénéisation du taux d'épargne implique de poser l'hypothèse que tous les prix passés, présents mais aussi futurs sont connus. Affirmer alors que la validité du schéma s'en trouve élargie est pour le moins sujet à caution. Les nouveaux modèles de croissance s'exposent à la même critique, puisqu'ils s'inscrivent dans le cadre de la croissance optimale et procèdent de plus à l'endogénéisation du progrès technique sur des bases similaires, c'est-à-dire en se donnant le futur (de manière certaine ou faiblement incertaine). On comprend alors que N. Kaldor [1987(1972)] affirme que « l'échafaudage devient de plus en plus lourd et impénétrable à chaque reformulation de la théorie et le doute augmente quant à la solidité de la construction qu'il dissimule », tant et si bien que « le développement de l'économie théorique représente un recul continu, non un progrès » (p. 92).

Quelles sont les implications de ces développements ? Parce que les connaissances essentielles à la base de l'activité de production sont tacites, parce que leur accroissement est localisé, cumulatif et radicalement incertain, il convient de rejeter l'hypothèse néo-classique de rationalité parfaite, au profit de l'hypothèse de rationalité limitée (H. Simon [1979]), que nous définissons provisoirement par la négative en considérant que la rationalité est limitée quand les agents ne sont pas omniscients, ne pouvant de ce fait procéder à la maximisation habituelle.

Le terme de rationalité limitée ne doit pas être mal interprété : il renvoie aux limites des connaissances détenues par les individus et de leurs possibilités de prise de décision, et non pas à une déficience de la rationalité à proprement parler. La rationalité est limitée car les connaissances sont limitées. On notera par ailleurs que l'hypothèse de rationalité limitée n'est pas fondamentalement contestée par les théoriciens plus orthodoxes : E. Malinvaud reconnaît par exemple que « l'économie expérimentale a fait l'objet d'importants travaux au cours des deux dernières décennies (...) [qui] mettent souvent en défaut l'hypothèse de rationalité parfaite et (...) confirment l'idée de 'rationalité limitée' » (E. Malinvaud [1995], p. 595). Toutefois, il propose de « trouver des solutions pragmatiques aux inexactitudes » plutôt que « d'envisager un renouvellement véritable de paradigme » (*Ibid.*, p. 523 et 531). Il est clair alors que, pour nous, l'enjeu essentiel est moins de justifier une telle hypothèse que de proposer une formalisation alternative des comportements.

§3. Les impasses du *as if* et du chaos

Le cœur de notre argumentation est que la nature des connaissances et leur mode d'accroissement interdisent de poser l'hypothèse de rationalité parfaite, et conduisent à rejeter la formalisation néoclassique des comportements. On peut nous objecter deux arguments : le premier consiste à affirmer que si les individus ne sont pas parfaitement rationnels, le processus de concurrence va se substituer à eux, en sélectionnant les acteurs se comportant comme s'ils étaient parfaitement rationnels. La conceptualisation néoclassique serait alors une approximation satisfaisante. Le deuxième argument consiste à dire que l'approche orthodoxe s'est enrichie d'un ensemble de modèles dérivés de la physique du chaos, susceptibles d'appréhender l'incertitude et de rendre compte de

la diversité des dynamiques. Dans le dernier point de cette section, nous allons montrer que ces deux arguments ne nous semblent pas pertinents.

De la rationalité des acteurs à la rationalité du système

Selon A. Alchian [1950], la conceptualisation néoclassique des comportements individuels est irrecevable lorsque les individus se trouvent en situation d'incertitude car ceux-ci ne disposent d'aucun critère de décision unique et optimal⁷⁶. Cependant, le système économique se substitue à la rationalité des acteurs en imposant une « règle de survie », qui consiste en la réalisation de profits positifs. Ce qui importe n'est pas la détermination *ex ante* par les firmes d'un comportement optimal –les comportements pouvant résulter du calcul, de la chance ou de l'habitude– mais la sélection *ex post* par le système des comportements adaptés à la règle de survie.

S. Enke [1951] poursuit le raisonnement d'Alchian en arguant que si, dans le court terme, les comportements sont imprévisibles, une concurrence suffisante doit permettre dans le long terme la survie de ceux ayant réussi, même par hasard, à optimiser leur position. M. Friedman [1953] conclue alors avec son fameux *as if* en affirmant que les firmes n'approchant pas le comportement maximisateur seront éliminées et seules celles se comportant 'comme si' elles maximisaient survivront, la conceptualisation néoclassique des comportements résumant donc de manière satisfaisante les conditions de la survie.

Cette thèse est contestée par P.-A. Chiappori [1984], qui propose une argumentation convaincante : pour que certaines firmes adoptent par hasard le comportement optimal, il est nécessaire que l'ensemble des états du monde futurs soit relativement réduit par rapport au nombre des acteurs en présence, afin que la loi des grands nombres s'applique. Dans l'hypothèse inverse, « la probabilité qu'un comportement, même intentionnel, parvienne 'par hasard' à l'optimisation est à peu près nulle » (p. 93). Or, l'observation du système économique tend plutôt à prouver que le nombre de joueurs

⁷⁶ Supposons qu'une firme a le choix entre deux actions. Même dans le cas d'une incertitude faible où les distributions de probabilité des résultats possibles des actions sont connues, si l'une des distributions a une moyenne et une dispersion supérieure à l'autre, il n'existe plus un, mais un ensemble de critères possibles.

est faible relativement aux possibilités de jeu (nombre et fréquence des innovations)⁷⁷. Dans un tel contexte, rien ne garantit que le comportement adopté par les individus, y compris par les individus les plus efficaces, est optimal.

E. Penrose [1952] critiqua également fortement cette approche, pour des raisons complémentaires. D'abord, pour que la concurrence soit intense, il faut supposer l'entrée de nouvelles firmes, or on ne peut expliquer ces entrées sans évoquer la question de leur motivation. Si les individus adoptent des comportements par hasard ou par habitude, on voit mal pourquoi un nombre d'acteurs suffisant entrerait dans les industries, à moins de poser l'hypothèse largement réfutable, inverse de celle de Chiappori, d'un nombre largement plus grand de joueurs que de possibilités de jeu. Ensuite, mettre la sélection au cœur de l'argumentation ne dispense pas d'une théorie des comportements, sans laquelle l'argumentation devient tautologique, puisque « nous pouvons affirmer que les meilleurs gagnent la bataille de la sélection, à condition de définir comme meilleurs ceux qui sont les mieux armés pour gagner » (A. Jacquard [1978], p.115). E. Penrose rappelle d'ailleurs que dans la théorie darwinienne une telle théorie existe puisqu'est posée l'hypothèse d'une lutte pour la survie.

Une autre critique fondamentale, particulièrement importante dans le cadre d'une théorie de la croissance, est avancée par S. Winter [1964] : si une firme, à une période t , est sélectionnée par le marché parce qu'elle se comporte *comme si* elle maximisait, rien ne garantit qu'elle va adopter de nouveau, sur la période suivante, un comportement équivalent au comportement de maximisation. L'irruption fréquente de faits nouveaux implique que l'on considère la sélection comme « une course après une cible mouvante » (P. Moati [1992], p. 95), l'absence de règle de décision unique et optimale ne permettant pas d'affirmer que la firme la plus efficace aujourd'hui sera également la plus efficace demain.

Précisons que toutes ces critiques ne condamnent pas l'approche en terme de popula-

⁷⁷ Pour d'autres raisons, P. Romer [1995] donne un ensemble d'exemples démontrant que les possibilités d'innovation sont quasi-infinies, et explique la sous-estimation systématique par les hommes (et parmi eux les économistes) de cet ensemble de possibilités par notre relative incapacité à nous représenter à quelle vitesse les nombres croissent dans une suite basée sur la répétition d'une multiplication (p. 5). On peut en déduire que, même si un grand nombre de ces possibilités ne sont pas économiquement rentables ou immédiatement exploitables, le nombre de joueurs, même grand, sera toujours beaucoup plus faible que le nombre de possibilités de jeu.

tion de firmes, mais clament la nécessité de combiner à l'action de la sélection une théorie pertinente des comportements individuels, nécessité d'autant plus impérieuse que processus de sélection et comportements des acteurs sont en constante interaction. Comme le remarque E. Fauchart [1996], il semble que Penrose, dans ce qui fut la première critique à l'encontre de la thèse d'Alchian, « manque totalement la perspective ouverte par Alchian d'adopter un raisonnement populationnel, qui consiste à se placer au niveau des structures collectives » (p. 14). En adoptant cette perspective après avoir défini précisément les comportements des firmes, il nous sera possible d'analyser de manière pertinente le processus de croissance comme la dynamique collective résultant de l'interaction d'acteurs aux comportements hétérogènes.

Les limites du chaos

On pourrait objecter également à notre critique de l'approche néoclassique le fait qu'elle s'est enrichie de modèles dérivés de la physique du chaos, qui permettent justement de prendre en compte l'incertitude et d'envisager une diversité des dynamiques d'évolution du système, en fonction des conditions initiales. Si les théories du chaos constituent un apport conséquent pour les sciences en général, elle ne peuvent être à la base, selon nous, d'une théorie explicative pertinente du processus de croissance.

La théorie du chaos s'intéresse à des systèmes déterministes, et met en évidence la difficulté à prévoir leur évolution : « il peut arriver que de petites différences dans les conditions initiales en engendrent de très grandes dans les phénomènes finaux ; une petite erreur sur les premières produirait une erreur énorme sur les dernière. La prédiction devient impossible... » (H. Poincaré [1909]). Si ce phénomène est connu depuis un siècle avec les travaux de Poincaré sur le problème des trois corps, les travaux plus récents ont permis de « calculer au bout de combien de temps les incertitudes (...) deviennent si grande que toute prévision est impossible » (D. Ruelle [1995], p. 7). La théorie du chaos constitue la simple démonstration de notre 'ignorance', de notre incapacité à prévoir l'évolution de certains systèmes déterministes. Comme pour toute théorie, le fait que la réduction de la réalité à un modèle chaotique donne des prévisions satisfaisantes ne signifie pas que le monde est chaotique (Cf. K. Popper [1984]), et si une telle théorie est d'une grande importance puisqu'elle invite à la prudence quant aux prévisions effec-

tuées, il convient de ne pas ‘voir’ chaos, attracteurs étranges et autres bifurcations derrière chacun de nos gestes.

Pour étayer notre critique, nous allons nous appuyer sur le modèle de R. Day [1982], qui réexprime le modèle de croissance de Solow en temps discret. En supposant un taux d’épargne donné s , une croissance exogène du travail n et une fonction de production Cobb-Douglas de la forme $f(k)=Bk^\beta$, l’équation dynamique s’écrit :

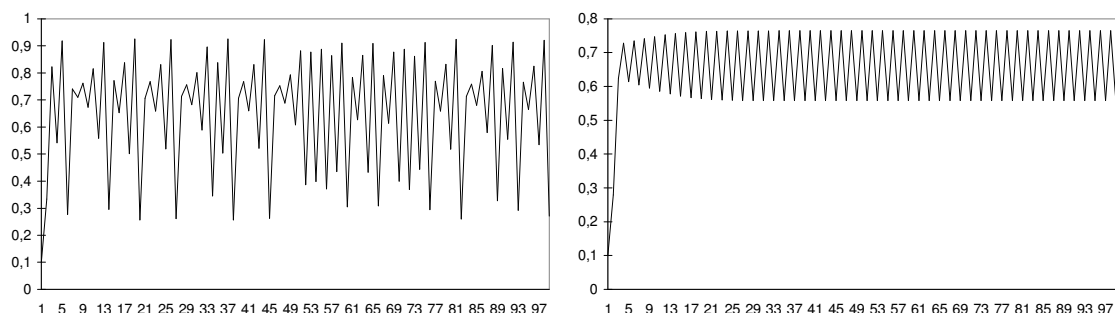
$$k_{t+1} = s \frac{Bk_t^\beta}{1+n}$$

R. Day introduit alors un effet pollution dû à la concentration croissante du capital, effet qu’il exprime par un terme multiplicatif introduit dans la fonction de production qui devient $f(k)=Bk^\beta(m-k)^\gamma$. Si l’on suppose que $\beta=\gamma=m=1$, l’équation dynamique devient :

$$k_{t+1} = Ak_t(1-k_t) \text{ avec } A = \frac{\sigma B}{1+\lambda}$$

Il s’agit d’une équation logistique dont le comportement dépend des valeurs de A : pour $0 < A \leq 1$, on a une contraction monotone vers 0, pour $1 < A \leq 2$, une croissance monotone convergeant vers $(A-1)/A$, pour $2 < A \leq 3$, des oscillations convergeant vers $(A-1)/A$, pour $3 < A \leq 4$, des oscillations continues ou, pour certaines valeurs de $A > 3,57$, des dynamiques chaotiques.

Graphique 2 : Exemples de simulation pour $A=3,7$ et $A=3,1$ ($K_0=0,1$)



Le modèle de Day montre l'importance de la connaissance des conditions initiales (paramètre A) pour la prédiction des dynamiques de croissance. Si les théories du chaos constituent un outil potentiel puissant de représentation des phénomènes économiques, elles ne fournissent en revanche aucune explication des processus à l'œuvre. Notons qu'il est possible de retourner l'argument de l'incertitude par ignorance contre le déterminisme en s'intéressant non plus à l'activité de prédiction du scientifique, mais aux activités des acteurs économiques : si la théorie du chaos montre que les prédictions des modèles par les économistes ne sont valables qu'en d'étroites limites, elle peut aussi, et surtout, être un argument pour une modélisation alternative du comportement des individus, devant l'impossible prédiction par les acteurs économiques des dynamiques d'évolution du système économique. Accepter la modélisation orthodoxe des comportements individuels en s'exposant à la dictature chaotique des conditions initiales revient à abandonner toute volonté d'explication des processus à la base de la croissance économique.

Conclusion

Le pouvoir explicatif et prédictif des différentes théories de la croissance est variable : compte tenu des faits stylisés à expliquer, il nous semble que les modèles kaldoriens de croissance et les nouveaux modèles de croissance sont les plus satisfaisants, ces derniers s'appuyant en outre sur des fondements micro-économiques robustes.

Nous avons cependant montré qu'aucune théorie ne parvient à rendre compte de manière satisfaisante du processus de retournement ni de la logique d'évolution des spécialisations. La thèse défendue est que cette incapacité résulte d'une conceptualisation in-

satisfaisante du changement technique.

En nous appuyant sur la théorie évolutionniste du changement technique, nous développons un ensemble d'hypothèses alternatives : nous supposons qu'une part essentielle des connaissances intègre une large composante tacite, et que l'accroissement des connaissances est radicalement incertain. Il convient dès lors de rejeter l'hypothèse de rationalité parfaite au profit des hypothèses de rationalité limitée et d'hétérogénéité micro-économique, et de passer d'une approche en termes d'individu représentatif à une approche populationnelle.

Comme nous l'avons dit, ces différentes hypothèses alternatives ne sont pas véritablement contestées par des auteurs plus orthodoxes. L'enjeu est alors moins de les justifier que de montrer qu'il est possible, en s'appuyant sur elles, de bâtir un schéma explicatif pertinent du processus d'accroissement des connaissances.

Deuxième Partie

**Une analyse évolutionniste des dynamiques
spatiales**



Nous nous proposons, dans cette deuxième partie, d'élaborer un schéma explicatif alternatif de l'accroissement des connaissances, puis d'en dégager les implications essentielles sur l'évolution de la compétitivité des espaces et, de manière complémentaire, sur l'évolution des espaces de la compétitivité.

Le chapitre troisième, *La logique d'évolution des compétences*, propose de définir l'entreprise par l'ensemble des compétences qu'elle détient. Nous analysons ensuite l'évolution d'une population d'entreprises concurrentes ainsi définies, et montrons l'importance du mode d'accroissement des compétences (défini par le régime technologique en vigueur : régime entrepreneurial vs. régime routinier) sur l'évolution de l'industrie. Nous introduisons ensuite une distinction essentielle entre les compétences de l'entreprise et les activités dans lesquelles elle s'engage. L'attention portée, dans un premier temps, sur les limites horizontales de l'entreprise permet de proposer une typologie simplifiée des modes d'évolution des industries. Dans un deuxième temps, l'analyse est affinée par la prise en compte des limites verticales des entreprises et l'incitation à la mise en place d'une division cognitive du travail.

Le quatrième chapitre analyse *L'évolution de la compétitivité des espaces*. Il consiste en une modélisation évolutionniste spatialisée d'une typologie simplifiée des modes d'évolutions des industries. Nous montrons la diversité potentielle des évolutions qui correspondent à un développement plus ou moins inégal des espaces, en fonction du mode d'accroissement des compétences et du caractère global ou local des activités de R&D. Nous proposons ensuite deux explications complémentaires du retournement spatial, la première en termes de rupture technologique, la deuxième en termes de diversification cohérente.

Le dernier chapitre s'interroge sur *L'évolution des espaces de la compétitivité*. Nous analysons les arguments avancés pour justifier la localisation des externalités technologiques, hypothèse de base de la plupart des modèles de croissance concluant à la divergence des espaces. Nous montrons d'abord les limites des arguments généralement avancés (rôle des institutions localisées, nature tacite des connaissances). Nous montrons enfin que la dynamique des compétences engendre différents besoins de coordination qui conduisent à des modes variés et évolutifs de coordination de localisation des activités.

Chapitre Un. La logique d'évolution des compétences

Nous proposons dans ce chapitre un schéma explicatif de l'accroissement des connaissances, source essentielle de la croissance des économies développées, en nous appuyant sur les hypothèses liées, posées dans le chapitre précédent, relatives aux connaissances et aux comportements des acteurs : i) les connaissances intègrent une large composante tacite, ii) leur accroissement est radicalement incertain, iii) les acteurs agissent en rationalité limitée, iv) ils adoptent des comportements hétérogènes.

Ces différentes hypothèses conduisent à rejeter une approche en termes d'individu représentatif au profit d'une approche populationnelle. Cependant, sur la base des critiques adressées à l'encontre du *as if* de Friedman, ce changement d'approche ne dispense pas d'une théorie des comportements des acteurs. De ce fait, notre schéma explicatif commence par une réflexion sur l'existence et les limites de l'entreprise : en nous appuyant sur les travaux évolutionnistes et sur les approches en termes de compétences, nous montrons que l'entreprise peut être définie par l'ensemble évolutif des compétences dont elle dispose. Au sein de cet ensemble, se trouvent des compétences tacites, non transmissibles à court et moyen terme, qui constituent le cœur irréductible de l'entreprise.

Conformément à l'approche populationnelle retenue, nous montrons ensuite que l'évolution d'une industrie peut être analysée comme l'évolution d'un ensemble d'entreprises hétérogènes concurrentes, définies simplement par leur cœur irréductible. La logique d'accroissement des compétences, qui définit le régime technologique en vigueur dans l'industrie, influe fortement sur l'évolution de l'industrie.

Dans la deuxième section du chapitre, nous introduisons la distinction de G. Richardson [1972] entre les compétences de l'entreprise et les activités dans lesquelles elle s'engage. Cette distinction permet de comprendre comment sont définies, et comment évoluent, les limites horizontales et verticales de l'entreprise. Il est alors possible d'en tirer des implications importantes sur l'évolution des industries.

Soulignons que l'évolution des industries ne dépend pas que de problèmes cognitifs,

l'Economie Industrielle ayant montré depuis longtemps la diversité des stratégies à la disposition des entreprises, que ce soit dans le cadre de la Nouvelle Economie Industrielle (J. Tirole [1988], R. Schmalensee & R. Willig (eds.) [1992]) ou dans le cadre de travaux moins orthodoxes d'un auteur comme M. Porter [1982, 1993]. Pour reprendre la simplification proposée par J. Tirole [1988], il est possible de classer les moyens dont disposent les entreprises pour se concurrencer sur un marché selon la vitesse à laquelle ils peuvent être mis en œuvre : à court terme, les entreprises adoptent des stratégies de prix, à moyen terme, elles vont développer des stratégies de coûts et de modification des caractéristiques des produits et à long terme, enfin, elles vont procéder à la transformation de l'ensemble des produits existants et de l'ensemble des structures de coûts (J. Tirole [1988], tome II, pp. 7-8).

En mettant délibérément l'accent sur la logique des compétences, sur les problèmes cognitifs qui se posent aux entreprises, nous nous situons plutôt dans la perspective du long terme⁷⁸, et nous supposons l'absence de comportements stratégiques permettant par exemple à une entreprise en place de décourager l'entrée de nouveaux acteurs porteurs d'une innovation radicale (comportements de prédation, stratégies de différenciation, collusions, ...). Plus précisément, nous considérons que ces stratégies ne pourront que retarder l'échéance, la détention et la conservation durable d'un avantage concurrentiel passant nécessairement par la résolution des problèmes cognitifs. Il convient bien sûr de garder présent à l'esprit cette simplification, afin de nuancer les conclusions auxquelles nous aboutirons.

Section I. Une « fiction heuristique » évolutionniste

Dans la théorie néoclassique traditionnelle, l'entreprise est assimilée à une relation technique –une fonction de production– combinant un ensemble d'inputs homogènes pour produire un output également homogène. Acteur solitaire rationnel, l'entreprise procède à l'optimisation d'une fonction objectif. Il est clair qu'une telle conceptualisation est 'irréaliste'. Mais il est tout aussi évident que l'objectif des néoclassiques n'est

⁷⁸ De l'aveu même de J. Tirole [1988], cette classification est « grossière ». L'accélération du progrès technique que l'on observe au sein des économies développées fait des problèmes du 'long terme' la

pas de proposer une conceptualisation ‘réaliste’ de l’entreprise : l’entreprise néoclassique est une « fiction heuristique (...), un pantin abstrait sorti d’une éprouvette intellectuelle et arbitrairement doté de quelques traits humains, choisis d’après les services qu’il pouvait rendre dans un certain type d’explication » (F. Machlup [1971], pp. 86-87). Elle a en effet été conçue, fondamentalement, pour analyser les problèmes de la formation des prix et de l’allocation d’un ensemble donné de ressources entre des usages alternatifs, et participe de la théorie plus large de l’équilibre général (E. Penrose [1995 (1959)], p. 13).

Dès lors, la critique ne peut porter, comme cela a été fait des années trente aux années soixante-dix avec les théories managériales et behavioristes, sur le *degré* élevé d’abstraction, mais plutôt sur le *type* d’abstraction opéré (*ibid.*, p. 15) : l’entreprise néoclassique, si elle constitue une fiction heuristique pertinente dans le cadre d’une théorie de la valeur, ne peut constituer une théorie satisfaisante de l’entreprise, c’est-à-dire, en premier lieu, un schéma explicatif de l’existence et des limites de l’entreprise⁷⁹.

Notre point de départ est la théorie de l’entreprise proposée par l’économie des coûts de transaction, qui partage les hypothèses d’incertitude et de rationalité limitée que nous avons retenu. Nous allons montrer que cette théorie, si elle est essentielle pour comprendre l’existence et les limites de l’entreprise, est inadaptée pour l’étude d’une économie en croissance : elle suppose en effet que les problèmes productifs sont donnés, et focalise son attention sur les problèmes transactionnels qui se posent au travers des « interfaces technologiquement séparables » (O. Williamson [1994 (1985)], p. 115).

Il convient donc de proposer une théorie alternative de l’entreprise, qui prenne en compte les problèmes productifs inhérents à une économie en croissance.

§1. L’Economie des coûts de transaction

Le point de départ des nouvelles interrogations sur la nature de l’entreprise est l’article de R. Coase de 1937 qui délivre une explication essentielle de l’existence et des limites

contrainte essentielle qui pèse sur les entreprises.

⁷⁹ D’un point de vue méthodologique, d’ailleurs, la ‘théorie néoclassique de l’entreprise’ ne peut pas constituer une ‘théorie de l’entreprise’, puisqu’est posé par hypothèse ce qu’il s’agit de démontrer, le point de départ d’une théorie de l’entreprise ne pouvant être une définition de l’entreprise (R. Langlois &

des entreprises. Sa réflexion sera poursuivie et développée par O. Williamson.

Coase part du constat de l'existence de deux formes de coordination de l'activité économique : la hiérarchie (coordination centralisée qui repose sur l'autorité) et le marché (coordination décentralisée qui s'appuie sur le mécanisme des prix). Se pose dès lors la question du pourquoi des entreprises –leur existence contredisant l'efficacité supposée de la « main invisible » du marché– et celle du critère de choix entre les deux formes de coordination. A la première question, Coase répond en affirmant que la coordination par le marché engendre des coûts⁸⁰, qualifiés ultérieurement de coûts de transaction, une coordination par la hiérarchie se justifiant dès lors par la possibilité d'économiser sur ces coûts. Le choix entre ces deux formes substituables de coordination repose sur un raisonnement à la marge, par comparaison des coûts respectifs d'organisation de la transaction marginale (coûts de transaction pour le marché, coûts hiérarchiques supposés croissants⁸¹ pour l'entreprise), l'équilibre (qui définit les limites de l'entreprise) étant atteint lorsque les coûts marginaux s'égalisent.

Une des lacunes importante de l'analyse de Coase, qui sera comblée par les travaux de Williamson, est l'absence d'une véritable 'théorie' des coûts de transaction, qui suppose l'identification et l'analyse précise des facteurs essentiels à l'origine des coûts de transaction. Sans une telle théorie, « les raisons qui poussent à organiser certaines transaction d'une façon et d'autres transactions d'une autre façon demeureraient nécessairement obscures. (...) Etant donné qu'en pratique n'importe quel résultat pourrait être expliqué en faisant appel au raisonnement par les coûts de transaction, le recours aux coûts de transaction acquit progressivement 'une mauvaise réputation bien méritée' » (O. Williamson (1994 [1985]), p. 22)⁸².

P. Robertson [1995]).

⁸⁰ Coase évoque notamment les coûts de découverte des prix adéquats, les coûts de négociation et de conclusion de contrats séparés, ...

⁸¹ Cette hypothèse est nécessaire, l'économie n'étant formée, dans l'hypothèse inverse, que d'une seule entreprise. Coase la justifie par l'existence de « rendements décroissants de la direction » (les coûts d'organisation des transactions croissent et l'efficacité dans l'allocation des ressources décroît à mesure que le volume des transactions augmente) ; ainsi que par l'accroissement des coûts d'organisation consécutifs à l'augmentation de la distribution spatiale des transactions effectuées et de la dissemblance entre les transactions.

⁸² A. Alchian et M. Demsetz [1972] allant même jusqu'à qualifier l'argumentation de Coase de tautologique.

Pour pallier cette lacune, Williamson⁸³ concentre son analyse sur les transactions en considérant que le processus productif peut être utilement décrit comme un ensemble donné d'étapes successives de production technologiquement séparables (p. 115), la transaction correspondant au transfert d'un bien ou service, résultat d'une étape, vers l'étape suivante, transfert qui peut éventuellement être coûteux (p. 19). Il s'agit dès lors d'identifier les facteurs à l'origine de ces coûts de transaction avant d'évaluer l'aptitude comparée des modes alternatifs de coordination à économiser sur ces coûts.

Selon Williamson, c'est en raison des modes de comportement des acteurs et des attributs essentiels des transactions que peuvent survenir des coûts de transaction. Plus précisément, son schéma explicatif de base repose sur les deux hypothèses comportementales de rationalité limitée et d'opportunisme, et sur la notion d'actif spécifique attachée à certaines transactions :

- i) En s'appuyant sur les travaux de H. Simon, Williamson définit la rationalité limitée comme « le degré intermédiaire de rationalité dans lequel les agents économiques sont supposés être 'intentionnellement rationnels, mais seulement de façon limitée' » (p. 69), dont la conséquence immédiate est l'incomplétude des contrats : parce que l'ensemble des éventualités futures susceptibles d'influer sur les transactions ne peut être connu, même de façon probabilistique, il convient de déterminer quels sont les modes de gouvernance qui permettent d'économiser sur la rationalité limitée. De plus, l'incomplétude des contrats ouvre la voie aux comportements opportunistes,
- ii) L'opportunisme est défini comme une « recherche d'intérêt personnel qui comporte une notion de tromperie » (p. 70). L'imperfection des contrats (asymétrie d'information, incomplétude des contrats) peut inciter l'un des agents à en tirer partie, soit en ne révélant pas, *ex-ante*, l'information dont il dispose (problème de sélection adverse), soit en ne respectant pas, *ex-post*, les engagements prévus (problème de risque moral). L'opportunisme augmente les coûts de transaction (coûts de négociation et de supervision des contrats) et incite, toutes choses égales par ailleurs, à l'internalisation des contrats,

⁸³ Les développements suivants s'appuient sur les travaux de Williamson tels qu'ils sont développés

iii) troisième élément essentiel, la spécificité des actifs : un actif est dit spécifique lorsque « un investissement durable (matériel ou immatériel) doit être entrepris pour supporter une transaction particulière et que cet investissement n'est pas redéployable sur une autre transaction » (B. Coriat, O. Weinstein [1995], p. 56). Dès lors, se crée « un lien de dépendance personnel durable entre les parties (...) qui implique la mise en place de formes contractuelles originales » (*ibid.*, p. 57).

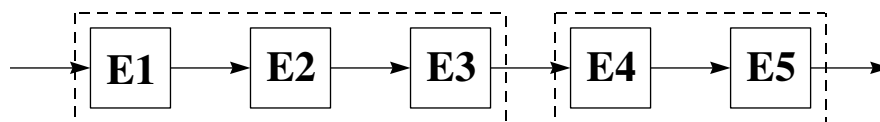
Selon Williamson, « le principal facteur [à la base] de la décision d'intégration est une condition de spécificité des actifs » (*op. Cit.*, p. 114). Le coeur de son argumentation peut être exposé simplement : lorsqu'une des étapes du processus productif entre lesquelles la transaction doit se dérouler nécessite un investissement dans des actifs hautement spécifiques, la voie est ouverte à l'opportunisme : compte tenu de l'incertitude radicale qui pèse sur les comportements futurs, une des parties prenantes peut avoir intérêt à ne pas respecter, *ex-post*, ses engagements, l'autre partie supportant alors un coût irrécouvrable, les actifs hautement spécifiques n'étant pas, par définition, redéployables. Ce risque d'opportunisme *ex-post* contraint *ex-ante* les choix d'investissement. Ceux-ci ne peuvent se porter sur des actifs moins spécifiques, car cela correspondrait au choix d'une technologie moins productive, l'ensemble des coûts n'étant plus minimisé (R. Langlois [1994], p. 10). La seule solution recevable est alors de décider d'un mode d'organisation unifié afin de réduire le risque d'opportunisme.

Comme le précise Williamson, la question du 'fabriquer-ou-acheter' ne se pose pas pour l'ensemble des étapes du processus : pour certaines étapes, la question de l'intégration ne se pose pas (l'exemple retenu par Williamson est celui de l'intégration en amont des matières premières), pour d'autres étapes, au contraire, l'intégration semble naturelle parce qu'elles correspondent au « noyau technologique » du processus, Williamson invoquant essentiellement la spécificité de site⁸⁴ comme facteur de la non-séparabilité de ces étapes. C'est en dehors de ces cas 'triviaux' que se posent les problèmes d'organisation des transactions.

Figure 3 : représentation simplifiée du processus productif

dans son ouvrage de 1985.

⁸⁴ La spécificité de site « s'explique par une immobilisation des actifs, ce qui revient à dire que les coûts d'installation et/ou de relocalisation sont élevés » (p. 123).



La figure 3 permet de comprendre simplement la logique de l'analyse : si l'on suppose que la production d'un bien nécessite l'enchaînement de 5 étapes de production E1 à E5, et si l'on suppose que l'ensemble des étapes 1 à 3, et l'ensemble des étapes 4 et 5 sont technologiquement non séparables, alors les problèmes transactionnels se posent au travers de l'interface entre le premier ensemble et le deuxième ensemble. Les étapes E1, E2 et E3 seront nécessairement réalisées au sein d'une même entreprise, les étapes E4 et E5 seront également réalisées par une même entreprise, toute la question étant de savoir si ces deux ensembles doivent être intégrés ou non. Dans l'optique de O. Williamson, si la coordination des deux ensembles nécessite des investissements dans des actifs hautement spécifiques alors les deux ensembles doivent être intégrés, sinon la coordination se fera par le marché.

Les analyses de Coase et de Williamson sont essentielles pour comprendre le pourquoi des entreprises, pour analyser leurs limites, et pour déterminer l'efficacité relative des structures institutionnelles. Cependant, les hypothèses retenues par les auteurs ne permettent pas, selon nous, une analyse pertinente des problèmes de coordination inhérents à une économie en croissance.

La logique à la base de l'économie des coûts de transaction –et plus généralement de l'ensemble de la littérature post-coasienne– repose sur une séparation stricte entre les coûts de production et les coûts de transaction. Les premiers déterminent les choix techniques, délimitent les ensembles donnés des « interfaces technologiquement séparables » au travers desquels se posent les problèmes transactionnels, les derniers déterminent les étapes du processus productif assignées au marché, et celles assignées à l'entreprise (ou à une structure institutionnelle hybride). Cette séparation stricte des coûts, préalable à un examen quasi-exclusif des coûts de transaction, est clairement revendiquée par Williamson : « Une stratégie utile pour expliquer la décision d'intégration est de maintenir constante la technologie à travers des modes alternatifs d'organisation et de neutraliser les sources manifestes de différences de bénéfices économiques, comme par exemple les économies de coûts de transport. (...) [L]a technologie ne détermine pas l'organisation économique si des solutions alternatives de contrac-

tualisation peuvent être décrites, qui peuvent raisonnablement employer la même technologie, *au moins en situation constante*. (...) Par conséquent, il est plus utile de regarder la technologie comme un facteur qui délimite la gamme des modes de gouvernance possibles –le choix final dépendant par la suite d’une évaluation des coûts de transaction. » (O. Williamson [1994 (1985)], pp. 115-117, souligné par nous).

En procédant de la sorte, l’économie des coûts de transaction focalise exclusivement son attention sur les problèmes de coordination des engagements (R. Langlois [1994]) et néglige les problèmes de coordination de la production. En fait, les problèmes productifs d’une économie en croissance ne se limitent pas à la nécessaire utilisation, lors de certaines étapes du processus de production, d’actifs spécifiques. L’hypothèse d’une séparabilité technologique donnée doit être rejetée au profit d’une hypothèse de séparabilité non uniquement technologique et, surtout, de l’hypothèse d’une évolution radicalement incertaine de chacune des étapes ou de chaque ensemble non séparable d’étapes du processus productif.

Sur ces bases, nous proposons dans le point suivant de focaliser notre attention sur ces ‘interfaces non séparables’ et évolutives, que nous qualifierons de « cœur » irréductible des entreprises, avant d’évoquer dans la prochaine section les problèmes de coordination de ces ‘interfaces’.

§2. Le ‘cœur’ évolutionniste de l’entreprise

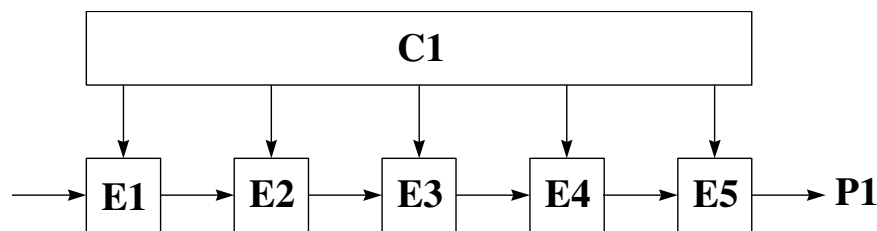
Dans ce point, nous définissons le « cœur » de l’entreprise non comme l’ensemble des interfaces technologiquement non séparables, mais comme l’ensemble évolutif des compétences et des routines spécifiques non transmissibles à court et moyen terme. Ce schéma est plutôt complémentaire du précédent, puisqu’on ne s’intéresse pas aux problèmes transactionnels mais seulement aux problèmes productifs. C’est dans la section suivante que nous réintroduirons les problèmes transactionnels.

Nous nous limitons dans ce point à l’analyse de l’évolution d’une industrie, définie par l’ensemble des entreprises qui fabriquent des produits étroitement substituables (M. Porter [1982], p. 5). L’hypothèse forte que nous posons, et qui sera levée par la suite, est que les entreprises de cette industrie réalisent l’ensemble du processus, et seulement cet

ensemble. En d'autres termes, nous éliminons les possibilités de diversification des entreprises (une même entreprise s'engage dans différentes industries) ainsi que les possibilités de division du travail (une entreprise produit un sous-ensemble des étapes du processus productif). Diversification et division du travail seront analysées dans la deuxième section.

Si l'on reprend le schéma simplifié du processus productif, nous obtenons maintenant :

Figure 4 : schéma simplifié du processus productif en vue de la définition du cœur évolutionniste des entreprises



C1 est l'ensemble des compétences nécessaire à la fabrication du bien P1. Sur ces bases, nous allons nous intéresser à l'évolution d'une industrie composée d'entreprises s'appuyant sur un tel ensemble de compétences⁸⁵, puis nous distinguerons les industries en fonction du régime technologique en vigueur.

Le schéma d'explication que nous exposons dans ce point s'appuie sur les travaux de l'économie de l'innovation dont la référence de base est l'ouvrage de R. Nelson & S. Winter [1982]. Le point de départ est une analogie avec la théorie de l'évolution en biologie dont nous allons rappeler les concepts et la logique de base. Soulignons avec A. Rallet [1996] que l'évolutionnisme de l'économie se réfère à l'évolutionnisme de la biologie pour fonder sa légitimité scientifique de la même manière que les premiers néoclassiques se sont appuyés sur la physique newtonienne c'est-à-dire, en fait, en inventant la science « à laquelle ils se rapportent métaphoriquement et dont ils ont besoin » (p. 4). La validité du schéma de la biologie, qui est par ailleurs loin d'être incontestable ni incontestée, n'implique donc en rien la validité du schéma de l'économie, pas plus que les libertés prises par rapport au schéma de la biologie ne peuvent être considérées comme des inexactitudes invalidantes, la métaphore ne valant que comme première

⁸⁵ Rien n'empêche de supposer que seule l'étape E1 repose sur l'ensemble de compétences C1. L'industrie analysée est alors celle du bien intermédiaire résultant de cette étape de production.

étape du raisonnement⁸⁶.

L'évolution d'une population d'entreprises

L'évolutionnisme de la biologie repose sur trois concepts de base⁸⁷ :

- i) le phénotype : ensemble de caractères d'un organisme tel qu'il se manifeste à l'observation et se trouve conditionné à la fois par la structure héréditaire (génotype) et par l'action du milieu et de l'histoire (paratype) de cet organisme,
- ii) le génotype : ensemble de caractères héréditairement transmis, tel qu'il est défini par les gènes apportés par les cellules germinales (déterminants des caractères héréditaires) en dehors de toute influence du milieu,
- iii) le paratype : ensemble de caractères d'un organisme (phénotype) qui ne relèvent pas de la transmission héréditaire et sont dus à l'action du milieu et à l'histoire propre de cet organisme.

A partir de ces définitions, on peut définir l'évolution telle qu'elle est présentée par le néo-darwinisme : l'évolution concerne l'ensemble des gènes que portent les individus et qu'ils se transmettent de génération en génération, et dont la transformation peut revêtir de multiples formes (mutations, migration d'un individu provenant d'une population différente, ...). Le cœur de la théorie est le mécanisme de sélection naturelle qui favorise les individus les mieux adaptés à l'environnement, c'est-à-dire qui disposent du phénotype le mieux adapté aux contraintes du milieu.

Les individus dotés des gènes ayant la plus forte valeur sélective gagnent la bataille de l'évolution. Dire que ce sont les meilleurs individus possibles est faux, ils le sont simplement compte tenu de l'environnement existant : « Nous pouvons affirmer que les meilleurs gagnent la bataille de la sélection, à condition de définir comme meilleurs ceux qui sont les mieux armés pour gagner. La théorie darwinienne n'est plus alors une évidence, mais une tautologie » (A. Jacquard [1978], p. 115)

⁸⁶ Cf. B. Paulré [1996] pour une analyse de la référence au darwinisme de l'évolutionnisme de l'économie.

⁸⁷ Les définitions sont tirées de H. Piéron [1987].

De plus, dès lors que l'environnement est changeant, il est impossible d'affirmer que le génotype disposant de la plus grande valeur sélective pour un environnement donné, sera toujours supérieur aux autres quel que soit l'environnement (on retrouve la critique adressée par S. Winter au *as if* de M. Friedman). Si l'on raisonne à l'échelle d'une population et que l'on suppose un environnement évolutif, il apparaît donc que « la valeur génétique d'un individu pour la collectivité n'est pas fonction de la qualité propre des gènes qu'il possède, mais du fait que ses gènes ne sont pas communs. Il ne s'agit plus alors 'd'améliorer les individus', mais de préserver la diversité » (A. Jacquard [1978], p. 205). Le mécanisme de sélection naturelle démontre que la lutte intertemporelle pour la vie d'une population donnée passe par le développement de ses capacités d'adaptation à un milieu changeant.

L'analogie s'appuie sur un certain nombre de passerelles entre les concepts de la biologie et les concepts de l'économie (*Cf.* tableau 12). Paradoxalement, l'analogie est rendue possible par la distinction introduite par E. Penrose [1995 (1959)], dont on sait qu'elle critiqua l'évolutionnisme d'Alchian, entre les ressources productives qui sont au cœur de sa définition de l'entreprise et les services rendus par ces ressources. Le caractère fondamental de la distinction tient au fait que les ressources constituent un ensemble de services potentiels et peuvent être définies indépendamment de leur utilisation, alors que les services correspondent à une action effective.

Pour reprendre la terminologie du chapitre précédent, nous emploierons les termes de compétences et de comportements plutôt que ceux de ressources et de services. L'ensemble des compétences que détient une entreprise correspond à son génotype. Celle-ci détermine à partir de cet ensemble ses comportements effectifs (qui correspondent au phénotype) en fonction de sa perception et de son interprétation des contraintes de l'environnement et des modalités de la compétition.

Tableau 12 : éléments pour une analogie

<i>Biologie</i>	<i>Economie</i>
Milieu	Environnement économique
Population d'individus	Population d'entreprises
Phénotype	Comportements
Génotype	Compétences
Mutations	Innovations
	Imitations

Le mécanisme de sélection de l'économie est le processus de concurrence, qui favorise

les comportements effectifs les mieux adaptés aux contraintes de l'environnement et pénalise les comportements les moins adaptés. Le mécanisme de sélection est cependant non instantané et s'effectue sur les comportements effectifs et non sur les compétences : si l'on considère que la règle de survie est la réalisation d'un profit non négatif, l'entreprise réalisant le profit le plus important ne sera pas la seule survivante, les autres entreprises ayant obtenu un profit non négatif vont pouvoir continuer à participer au jeu économique. De ce fait, les entreprises moins bien adaptées vont tenter de modifier leurs comportements en puisant dans l'ensemble de leurs compétences. Cependant, cet ensemble tend à se déformer au profit des comportements effectivement mis en œuvre en raison du caractère tacite d'une partie des connaissances qui sont à l'origine des compétences.

A la suite de R. Nelson & S. Winter [1982], on considère en effet que la routinisation des activités est la forme dominante de mémorisation des compétences de l'organisation. En d'autres termes, les entreprises se « souviennent en faisant » (« organizations remember by doing », p. 99). Parce qu'elles agissent en rationalité limitée et ne peuvent adopter un comportement de maximisation, on suppose qu'elles adoptent un comportement routinier qu'elles conservent tant qu'elles sont satisfaites.

Le terme de satisfaction doit être entendu au sens de H. Simon [1979] : devant l'impossibilité de déterminer un comportement optimal, les entreprises se fixent un niveau de satisfaction minimum, examinent de manière séquentielle et routinière des comportements possibles et retiennent le premier qui permet d'atteindre ce niveau d'aspiration. Ce type de comportement est contraint par l'incertitude radicale qui pèse sur les entreprises mais aussi, de manière complémentaire, se justifie économiquement par le fait qu'il permet d'économiser sur les coûts et sur le temps de la recherche des informations et de la prise de décision nécessairement élevés dans un monde complexe.

Ces connaissances tacites sont localisées dans les routines de l'entreprise, elles s'accumulent et s'accroissent au fur et à mesure de l'activité en vertu des différents effets d'apprentissage. Aussi, les compétences non utilisées sont-elles à plus ou moins long terme oubliées, alors que les compétences effectivement utilisées s'améliorent progressivement, l'ensemble des compétences potentielles se déformant au profit des compétences effectivement mises en œuvre, en raison de ce double mécanisme d'oubli et

d'apprentissage (P. Moati [1992]).

Afin d'accroître son ensemble de compétences, une entreprise dispose notamment de l'innovation –pendant de la mutation génétique de la biologie– et de l'imitation des comportements effectifs des autres entreprises –sans contrepartie biologique. L'analogie s'arrête d'ailleurs là : contrairement aux individus de la théorie néo-darwiniste, les entreprises peuvent modifier intentionnellement leur « génotype », c'est-à-dire l'ensemble de leurs compétences, afin d'être mieux adaptées aux contraintes de l'environnement. Ce n'est que lorsque toutes les tentatives d'adaptation ont échoué que l'entreprise elle-même disparaît.

La réussite dans l'activité d'imitation n'est cependant pas garantie d'abord, bien sûr, parce que l'entreprise à imiter peut se protéger, mais aussi parce que l'entreprise désireuse d'imiter ne possède pas nécessairement l'ensemble des compétences à la base du comportement mieux adapté⁸⁸. Dit autrement, on peut considérer qu'existe un continuum entre l'imitation pure et l'innovation pure (S. Winter [1984], p. 292). L'activité d'innovation étant elle-même très incertaine, les possibilités d'accroissement de l'ensemble des compétences sont limitées. Précisons de plus que si les activités d'innovation et d'imitation ne peuvent être routinières, puisqu'il ne s'agit plus de reproduire des tâches effectuées antérieurement, on peut raisonnablement considérer que ces activités sont guidées par des quasi-routines (R. Nelson & S. Winter [1982], p. 136), ou ce que d'autres qualifient de routines dynamiques (G. Dosi, D. Teece & S. Winter [1990], p. 243) par opposition aux routines précédentes qualifiées de statiques, même si ce qualificatif doit être nuancé en raison des possibilités d'apprentissage, et donc d'évolution de ces routines. Parce que c'est le résultat de l'activité et non l'activité elle-même qui est incertaine, il est en effet justifiée de décrire l'activité de R&D comme « procédant de l'emploi de routines pour déterminer ce qu'il faut explorer, comment et dans quelle mesure » (*Ibid.*, p. 243).

Une entreprise peut également tenter d'accroître son ensemble de compétences en recrutant les personnes adéquates. Cependant, deux problèmes se posent : les compé-

⁸⁸ Compte tenu de l'hétérogénéité des entreprises, on peut affirmer par ailleurs que l'imitation ne se fera jamais à l'identique : elle nécessite des efforts d'adaptation, de mise en cohérence avec les compétences et les routines spécifiques de l'entreprise, tant et si bien qu'elle ne se distingue pas fondamentalement de

tences sont souvent organisationnelles ; elles sont super-additives et ne se réduisent donc pas à la somme des compétences individuelles. Par exemple, le recrutement d'un individu-clé d'une entreprise concurrente ne permet pas, le plus souvent, l'acquisition des compétences de cette entreprise. De plus, si l'entreprise parvient à recruter un ensemble d'individus-clés détenant collectivement certaines compétences, elle sera confrontée au problème de l'adéquation entre l'ensemble existant de ses compétences et ces nouvelles compétences. Ces arguments plaident là encore pour un accroissement incrémental des compétences de l'entreprise⁸⁹.

Pour toutes ces raisons, l'évolution de l'ensemble des compétences d'une entreprise s'inscrit dans une trajectoire spécifique, dont les deux traits essentiels sont le caractère cumulatif (la création ou l'acquisition de nouvelles compétences dépend des compétences existantes) et localisé (l'évolution ne peut être qu'incrémentale, les compétences existantes contraignent et orientent les évolutions possibles). De même, on perçoit que l'élément sans doute le plus fondamental qui pèse sur l'évolution des performances des entreprises est la double contrainte d'exploitation et d'exploration : pour un environnement donné, une entreprise a intérêt à se spécialiser sur un sous-ensemble de compétences afin d'accroître ses performances en bénéficiant des effets d'apprentissage mais, compte tenu du caractère évolutif de l'environnement, elle a également intérêt à accroître son ensemble de compétences, c'est-à-dire à limiter sa spécialisation afin de se ménager des degrés de liberté nécessaires à ses performances futures. Si les compétences et les routines spécifiques qu'une entreprise détient sont l'élément clé de sa compétitivité d'aujourd'hui, leur relative inertie peut en faire l'élément clé de son déclin de demain.

A ce stade du développement, nous pouvons dire que l'évolution de l'industrie, qui se trouve dans un état de déséquilibre permanent, résulte de, et influe sur, les trajectoires des entreprises qui la composent. En se limitant à ce schéma d'explication et en spécifiant plus précisément les caractéristiques des entreprises et de l'industrie (nombre d'entreprises, intensité de la concurrence, possibilités d'innovation et d'imitation, degré d'inertie des routines, etc.), il est possible de dégager quelques enseignements essentiels

l'innovation.

⁸⁹ Un problème identique se pose si l'entreprise opte pour une fusion-acquisition.

sur l'évolution d'une industrie. R. Nelson & S. Winter [1982] montrent par exemple comment les stratégies d'innovation et d'imitation influent sur l'évolution de la concentration industrielle (R. Nelson & S. Winter [1982], chapitres 12 et 13).

L'introduction des régimes technologiques

Le schéma évolutionniste proposé dans le point précédant est partiel : il correspond à l'analyse d'une population donnée d'entreprises et suppose que la mise en œuvre des connaissances nouvelles relève exclusivement des entreprises existantes, ces dernières se trouvant fortement contraintes par les compétences et les routines spécifiques qu'elles détiennent. Or, dans certains cas, la mise en œuvre des connaissances peut être effectuée par des acteurs qui n'appartenaient pas à l'industrie considérée. Elle correspond alors à la création d'une nouvelle entreprise qui va entrer sur le marché et concurrencer les entreprises existantes. Il convient donc d'identifier les facteurs susceptibles de favoriser l'entrée de nouvelles entreprises, ou, au contraire, de pénaliser de telles entrées.

Il semble possible de classer les industries en fonction du mode d'accroissement de l'ensemble des compétences mobilisées par les entreprises. A la suite de S. Winter [1984] et F. Malerba & L. Orsenigo [1997], nous distinguons les industries fonctionnant en *régime entrepreneurial*, pour lesquelles l'accroissement de l'ensemble des compétences obéit à une logique d'élargissement, et les industries fonctionnant en *régime routinier*, pour lesquelles l'accroissement obéit à une logique d'approfondissement⁹⁰.

Cette classification s'appuie sur les deux visions du développement du capitalisme proposées par J. Schumpeter. Dans sa *Théorie du Développement Economique* [1934], il insiste sur le rôle de l'entrepreneur qui propose de nouvelles combinaisons productives et se trouve à la base du processus de destruction créatrice. Dans *Capitalisme, Socialisme et Démocratie* [1950], il insiste au contraire sur les avantages de la grande entreprise monopolistique qui 'automatise' le développement économique et affaiblit le rôle de la fonction entrepreneuriale. Si Schumpeter considère qu'il s'agit là de deux périodes

⁹⁰ En introduisant la logique de division du travail dans la prochaine section, nous nuancerons cette classification. En anticipant quelque peu, l'idée qui sera défendue est que, dans l'industrie d'un bien donné, différents ensembles de compétences sont mobilisés. Aussi, on doit assister à la coexistence de différents régimes technologiques.

historiques différentes du capitalisme, S. Winter émet l'hypothèse que les deux régimes coexistent, chacun ayant des implications sensiblement différentes sur l'évolution de l'industrie.

En régime entrepreneurial, on considère que les connaissances nouvelles sont issues de l'environnement économique général. Elles sont essentiellement codifiables et largement publiques, aussi des acteurs extérieurs à l'industrie vont-ils pouvoir tenter de les exploiter, et développer de nouvelles compétences. De plus, on peut considérer que la valeur économique attendue de l'exploitation de ces connaissances nouvelles est fortement incertaine (B. Audretsch [1995]). Les asymétries dans les anticipations des acteurs sont donc relativement fortes et la probabilité qu'un acteur extérieur entre dans l'industrie est plus élevée. L'activité routinière des entreprises en place risque d'être contre-productive, et ce pour deux raisons : d'abord, l'exploitation des connaissances doit nécessiter une révision des compétences et des routines dont elles disposent, leur relative inertie désavantageant les entreprises en place par rapport aux nouveaux entrants. Ensuite parce que la « vision du monde » que se forge l'entreprise au cours de son activité et qui oriente notamment ses activités quasi-routinières de R&D influe sur son évaluation des opportunités. Aussi, même si elle dispose potentiellement des compétences nécessaires à la mise en œuvre des connaissances nouvelles, elle peut sous-évaluer leur valeur économique potentielle⁹¹.

Sur ce dernier point, B. Audretsch [1995] cite des exemples convaincants d'individus ayant tenté d'intégrer des entreprises existantes mais ayant essuyé un refus en raison de divergence dans les anticipations sur la valeur économique de leur innovation : Steven Jobs, qui voulait produire et lancer sur le marché un ordinateur personnel, s'est heurté au refus de Xerox qui pensait qu'un tel produit ne marcherait pas. Seize autres entreprises ont refusé son innovation pour des raisons équivalentes, dont IBM et Hewlett Packard, si bien que, finalement, Steven Jobs fonda sa propre entreprise, Apple Computer. Dans le même sens, Bob Noyce, fondateur d'Intel, quitta son entreprise d'appartenance en raison d'une divergence sur la nécessité d'introduire des innovations organisationnelles remettant en cause les modes de fonctionnement, les routines organi-

⁹¹ Les deux arguments se confondent si l'on considère que la sous-évaluation des opportunités correspond à une inertie des routines dynamiques.

sationnelles existantes. Il fonda Fairchild Semiconductor, une des premières entreprises à participer à l'essor de la Silicon Valley.

On retrouve des résultats concordants dans une étude mondiale sur l'innovation du cabinet Arthur D. Little, réalisée en 1998 auprès de 669 entreprises, classées en 10 industries. L'un des résultats essentiels de cette étude est que 47% des entreprises interrogées estiment que le principal obstacle à l'innovation est leur incapacité à choisir dans leur portefeuille d'idées, d'identifier celles qui devraient avoir les plus hautes priorités⁹².

En régime routinier, les connaissances nouvelles sont, au contraire, essentiellement issues des entreprises existantes. Parce qu'elles résultent de l'apprentissage, elles intègrent une large composante tacite qui pénalise d'éventuels nouveaux entrants. L'accroissement localisé et cumulatif des connaissances signifie également que la valeur économique attendue de leur exploitation est moins incertaine. De plus, même si un acteur extérieur à l'industrie détient une idée prometteuse, le fait qu'il ne dispose pas des compétences spécifiques nécessaires à la fabrication du bien lui interdit d'entrer sur le marché (mais pas, éventuellement, d'être intégré à une entreprise existante). Pour ces différentes raisons, on pressent que le régime routinier peut conduire à la concentration de l'industrie entre les mains de quelques entreprises, alors que le régime entrepreneurial devrait correspondre à un perpétuel mouvement d'entrées et de sorties d'entreprises.

Tableau 13 : Les caractéristiques des régimes technologiques

	Régime entrepreneurial	Régime routinier
Logique d'accroissement des compétences	Elargissement de l'ensemble des compétences	Approfondissement de l'ensemble des compétences
Nature des connaissances nouvelles	connaissances codifiables	connaissances tacites
Valeur économique attendue	fortement incertaine	faiblement incertaine
Lieu d'exploitation des connaissances nouvelles	nouvelles entreprises	entreprises en place

Si cette classification nous semble pertinente, elle peut être interprétée différemment : notre hypothèse est que, dans le cas général, le régime entrepreneurial et le régime routinier correspondent à deux phases de l'évolution d'une même industrie, et peuvent être combinées à la notion de paradigme technologique introduite par G. Dosi [1988].

En se basant sur la philosophie des sciences de Kuhn, G. Dosi [1988] procède à une

⁹² Cf. l'article synthétique du quotidien La Tribune du 9/04/1998, ainsi que les résultats plus précis de l'étude à l'adresse http://www.arthurdlittle.com/services/tim/innov_surv/innov_intro.html.

analogie entre le développement des sciences et le développement technologique. Il y aurait des paradigmes technologiques de la même manière qu'existent des paradigmes (des programmes de recherche) scientifiques. Un paradigme technologique est défini à la fois par un artefact (une technologie générique) qui doit être développé et amélioré (comme une automobile, un circuit intégré, ..., chacun étant doté d'un ensemble particulier de caractéristiques), et par un ensemble d'heuristiques de recherche qui définissent la direction et les modalités du changement technique. Parce qu'il est cumulatif et localisé⁹³, le changement technique ne se fait pas au hasard, dans toutes les directions, mais de façon relativement ordonnée.

Le régime entrepreneurial serait alors assimilable à une phase 'pré-paradigmatique' caractérisée par de nombreuses entrées innovatives, aucune entreprise n'ayant pu, par définition, accumuler des compétences spécifiques inexistantes avant l'apparition de l'industrie⁹⁴. L'exploration progressive de l'ensemble des possibles, l'élimination des solutions économiquement non viables et l'approfondissement des solutions plus pertinentes correspondraient alors à la mise en place du paradigme technologique et au passage progressif à un régime routinier. Cette modification du mode d'accroissement des compétences entraîne d'une part une réduction des asymétries dans les anticipations des acteurs et d'autre part une modification de la nature des connaissances nouvelles à exploiter, qui sont initialement codifiables mais deviennent, par le jeu des processus d'apprentissage, essentiellement tacites.

Un certain nombre de travaux empiriques se sont développés afin d'éprouver la validité de cette classification des industries. De tels travaux ne sont pas faciles à mettre en œuvre, car les statistiques disponibles ne permettent de saisir que de manière imprécise la logique d'accroissement des connaissances à œuvre. B. Audretsch [1995] précise en ce sens que les travaux s'appuyant sur les dépenses de R&D sont contestables, car ces dépenses sont un input de l'activité de recherche, et ne disent rien sur le niveau d'output ni sur l'efficacité de la recherche. Les travaux s'appuyant sur le nombre de brevets déposés sont également insatisfaisants, car tous les brevets ne débouchent pas nécessairement sur une innovation, et toutes les innovations ne résultent pas d'une invention bre-

⁹³ Notamment parce qu'il est orienté par les problèmes technologiques qu'il a lui-même créé (N. Rosenberg [1976])

vetée.

Dans un de ses travaux les plus récents, B. Audretsch [1995] tente de repérer l'existence des régimes technologiques en s'appuyant sur une base de données originale, permettant de repérer les innovations effectivement mises en œuvre sur le marché. Cette base de données recense, pour l'année 1982, 8074 innovations de procédés et de produits réalisées aux Etats-Unis. Elle résulte d'une collecte et d'un contrôle des données de revues spécialisées commerciales, techniques et d'ingénierie couvrant l'ensemble des secteurs industriels. B. Audretsch croise ces données avec d'autres données de la Small Business Database (SBDB), qui fournit des informations, pour la période de 1976 à 1986, sur 4,5 millions d'établissements localisés aux Etats-Unis.

Il distingue alors les établissements de faible taille (que nous qualifierons de PME), comprenant moins de 500 employés, et les établissements de grande taille (GE). Il calcule ensuite un taux d'innovation, qui est le rapport du nombre d'innovations du secteur au nombre d'employés du même secteur, pour l'ensemble des établissements, mais aussi pour les PME et pour les GE. Il considère alors que le régime entrepreneurial doit être caractérisé par un taux d'innovation des PME supérieur au taux d'innovation total et le régime routinier par une relation inverse, et s'attend à ce que le nombre d'entrées dans un secteur soit corrélé positivement au taux d'innovation des PME et négativement au taux d'innovation total. Devant la validation de cette hypothèse, il conclue à l'existence des deux régimes technologiques et à la validité de la classification.

D'autres travaux, s'appuyant sur des données différentes, aboutissent à des résultats similaires. Parmi les plus récents, citons le travail de F. Malerba & L. Orsenigo [1997], qui s'appuie sur des données sur les brevets déposés de 1969 à 1986 aux Etats-Unis par des entreprises originaires de quatre pays européens –l'Allemagne (partie ex-RFA), la France, l'Italie et le Royaume-Uni. Les auteurs définissent 33 classes technologiques et calculent pour chaque classe différents indicateurs caractérisant les deux régimes technologiques, et notamment des indicateurs portant sur la concentration des innovations et sur les asymétries parmi les innovateurs⁹⁵, sur la taille des innovateurs⁹⁶, sur le taux de

⁹⁴ nous relativiserons cette affirmation dans la prochaine section.

⁹⁵ la concentration est mesurée par le poids des brevets déposés par les quatre plus importants innovateurs de la classe technologique dans l'ensemble des brevets de la classe, l'asymétrie est mesurée par

naissance des innovateurs⁹⁷ et sur la stabilité des avantages technologiques des leaders⁹⁸.

Ils procèdent alors, à partir de ces indicateurs, à une analyse en composantes principales, et identifient cinq ensembles de classes technologiques. Parmi ces cinq ensembles, ils retrouvent bien un ensemble dont les caractéristiques correspondent au régime entrepreneurial (faible concentration, faible stabilité, fort taux de naissance, faible taille des entreprises) et qui comprend 10 des 33 secteurs ; et un ensemble correspondant à des industries fonctionnant en régime routinier (forte concentration, forte stabilité, faible taux de naissance, taille des entreprises importante), qui comprend 14 des 33 secteurs. Les autres ensembles correspondent à des régimes que l'on pourrait qualifier d'hybrides⁹⁹.

Bien qu'ils concluent tous deux à la validité de la distinction entre régime entrepreneurial et régime routinier, ces travaux ne permettent pas de repérer l'éventuel passage d'un régime entrepreneurial à un régime routinier. G. Dosi [1988] évoque dans ce sens le travail de M. Gort & S. Klepper [1982] qui analysent un échantillon de 46 innovations-produit et calculent l'évolution du taux d'entrée de nouvelles entreprises. Ces auteurs montrent que le taux net d'entrées croît dans une première phase, voit ensuite son évolution se ralentir pour, enfin, diminuer. Le ralentissement puis la décroissance de ce taux ne correspondent pas, selon ces auteurs, à l'arrivée à maturité du marché (celle-ci étant mesurée par la taille du marché ou par le taux de croissance de la demande), mais « à la diminution du taux des innovations externes à l'industrie, à la compression des taux de profit, et à l'accumulation d'expériences valorisables par les entreprises en place » (p. 634, cités par G. Dosi [1988], p. 1162).

l'indice d'Herfindhal.

⁹⁶ mesurée par le poids dans les brevets des entreprises de plus de 500 employés.

⁹⁷ mesuré par le poids des brevets déposés par les entreprises n'ayant breveté que dans la deuxième partie de la période (1978-1986). Il ne s'agit donc pas de nouvelles entreprises, mais de « nouveaux » innovateurs.

⁹⁸ mesurée par l'indicateur de natalité, par le coefficient de corrélation de rang de Spearman entre le classement des entreprises dans la première sous-période et le classement dans la deuxième sous-période, et par le poids dans les brevets des entreprises entrant pour la première fois dans le groupe des dix principaux innovateurs sur la deuxième sous-période, comparé à ce poids dans la première sous-période.

⁹⁹ Cependant, deux de ces ensembles (regroupant chacun deux classes technologiques) sont plutôt proches du régime entrepreneurial.

Il est clair que ces quelques travaux en appellent d'autres¹⁰⁰, susceptibles de conforter ou d'infirmer les résultats. Il semble toutefois que cette classification des industries semble assez robuste, d'un point de vue théorique et d'un point de vue empirique, pour servir de base à l'analyse de l'évolution des performances des entreprises et des espaces.

¹⁰⁰ On trouvera dans les travaux présentés des références supplémentaires.

Section II. De l'évolution des compétences à l'évolution des industries

Le schéma évolutionniste que nous venons de présenter permet d'analyser l'évolution d'une population d'entreprises qui se concurrencent au sein d'une industrie donnée. Ce schéma minimal peut être enrichi si l'on opère une distinction entre les compétences de l'entreprise et les activités dans lesquelles elle s'engage, distinction qui va nous permettre d'analyser d'abord les stratégies de diversification des entreprises, puis d'explorer la logique de division du travail du processus productif.

Cette distinction proposée par G. Richardson [1972], s'inscrit dans le prolongement des travaux de E. Penrose [1995 (1959)] qui en distinguant les ressources de l'entreprise des services rendus par ces ressources a pu construire sa théorie de la diversification des entreprises. A la suite de G. Richardson [1972], on considère que l'économie est constituée d'un nombre infiniment grand d'activités réalisées par des organisations productives. Nous appellerons, d'une part, *activités similaires* les activités qui requièrent des compétences semblables et, d'autre part, *activités complémentaires* les activités qui participent au même processus de production. Or, les activités complémentaires ne sont pas nécessairement similaires. A titre d'exemple, G. Richardson [1972] indique que la production d'isolants en porcelaine est complémentaire de celle de commutateurs électriques, mais similaire à d'autres fabrications de céramique (p. 889).

Compte tenu de la logique d'évolution des compétences, on observe une tendance des entreprises à se spécialiser sur un ensemble restreint de compétences semblables : cette tendance s'explique d'une part, comme nous l'avons vu précédemment, par l'inertie relative des routines et le caractère cumulatif et localisé de l'accroissement des compétences de l'entreprise, et d'autre part par l'accélération du progrès technique, qui entraîne un éclatement et une complexification des savoirs mobilisés dans la production des biens (P. Moati & E. Mouhoud [1995])¹⁰¹. On peut alors déduire de la distinction de G. Richardson [1972] deux propositions fondamentales : la première implication est que

¹⁰¹ Il existe bien évidemment des contre-exemples, certaines entreprises développant simultanément plusieurs ensembles de compétences dissemblables, y compris dans le cas d'un progrès technique important (échoueront-elles ?). La tendance semble cependant être à la spécialisation sur des ensembles restreints de compétences.

les entreprises sont incitées à s'engager dans des activités similaires dont certaines peuvent faire partie du processus productif de biens d'industries différentes (activités similaires non complémentaires). Par exemple, on sait que certaines des compétences dans le domaine des biotechnologies permettent de viser l'industrie de l'alimentaire, de la pharmacie ou des cosmétiques (M. Delapierre [1995]). L'entreprise disposant des compétences pertinentes dans ce domaine pourra tenter de s'engager dans ces différentes industries. La deuxième implication est que les entreprises sont incitées, lorsque les activités complémentaires ne sont pas similaires, à procéder à une division du travail. Pour reprendre l'exemple des isolants et des commutateurs de G. Richardson [1972], une entreprise disposant des compétences nécessaires à la fabrication d'isolants en porcelaine n'a pas intérêt à produire également des commutateurs électriques. Elle est plutôt incitée à se spécialiser dans la fabrication d'isolants et à coordonner son activité avec une autre entreprise disposant des compétences nécessaires à la production des commutateurs. En d'autres termes, l'ensemble des compétences dont dispose une entreprise définit ses limites horizontales et ses limites verticales.

Dans le premier point de cette section, nous allons limiter notre analyse à la première implication de la distinction proposée, c'est-à-dire que nous ne nous occupons pas des incitations à la division du travail, pour nous concentrer sur les incitations à la diversification. Ceci revient à supposer qu'une entreprise qui s'engage dans une industrie donnée fabrique l'ensemble du bien. Cette simplification est bien sûr abusive, mais elle nous permet d'avancer quelques propositions importantes sur les modes d'évolution des industries.

Dans le deuxième point, nous lèverons l'hypothèse selon laquelle l'entreprise fabrique nécessairement l'ensemble du bien de l'industrie dans laquelle elle s'engage, afin d'analyser la deuxième implication de la distinction de G. Richardson [1972], qui correspond à la mise en place d'une division *cognitive* du travail (P. Moati & E. Mouhoud [1995]). Les implications de la typologie seront alors nuancées, et nous pourrions proposer un schéma d'évolution plus général.

§1. Limites horizontales de l'entreprise et évolution des industries

Dans ce premier point, on se limite à l'argument selon lequel une entreprise peut être incitée à s'engager dans différentes activités non complémentaires en se basant sur le même ensemble de compétences et, simultanément, une même activité peut être réalisée à partir d'ensembles de compétences dissemblables.

La démarche consiste à se placer du point de vue d'une industrie quelconque, et de montrer que la logique d'évolution des compétences influe sur l'évolution de cette industrie mais aussi sur l'évolution d'autres industries : le découpage industriel habituellement retenu est ainsi traversé par la logique d'évolution des compétences. Nous supposons que, initialement, l'industrie en question est composée d'entreprises s'appuyant sur des ensembles de compétences semblables. On suppose en outre que l'industrie est sous un régime routinier, l'accroissement des compétences relevant essentiellement de processus d'apprentissage et favorisant les entreprises en place (logique d'approfondissement).

L'hypothèse centrale de l'analyse est qu'à différents intervalles de temps, apparaissent de nouveaux biens. Ceux-ci sont soit des biens indépendants, soit de proches substituts du bien de l'industrie. Dans le premier cas, leur apparition correspond à la création d'une nouvelle industrie. De plus, la production de ces biens est basée soit sur des compétences semblables à celles requises pour la production de l'ancien bien (l'innovation peut être qualifiée d'incrémentale), soit sur des compétences dissemblables (innovation radicale). La conséquence immédiate de cette dernière hypothèse est que les entreprises disposant de l'ensemble des compétences requises pour la production de l'ancien bien seront désavantagées. En croisant les différentes possibilités sur le type de bien – substitut ou indépendant– et le type de compétences –semblables ou dissemblables– nous proposons une typologie des modes d'évolution possibles des industries :

Tableau 14 : Modes d'évolution des industries

	Bien substitut (ou innovation de procédé)	Bien indépendant
Compétences semblables (innovation incrémentale)	Logique de spécialisation I	Logique de diversification cohérente II
Compétences dissemblables (innovation radicale)	Logique de rupture technologique III	Logique d'évolution indépendante IV

Plaçons-nous dans un premier temps dans la situation d'une des entreprises de l'industrie considérée (industrie produisant le bien P1), cette entreprise s'appuyant sur un ensemble de compétences C1.

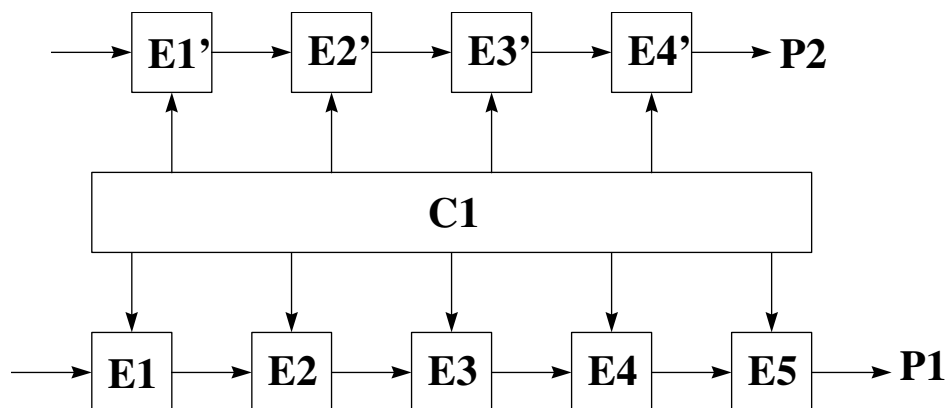
La configuration I correspond à l'introduction d'un nouveau bien proche substitut du bien existant (ou, de manière équivalente pour notre propos, à l'introduction d'un nouveau procédé de fabrication de ce bien) reposant sur un ensemble de compétences semblable (de type C1). Notre entreprise détient donc les compétences nécessaires pour adopter cette innovation : soit c'est elle qui l'introduit, soit elle imite l'entreprise rivale l'ayant introduite (en régime routinier, la probabilité est en effet très forte pour que ce soit une entreprise existante qui ait introduit l'innovation). On peut bien sûr penser que certaines des entreprises en place vont échouer dans l'imitation du bien, d'autres vont réussir, le point essentiel étant qu'au niveau de l'industrie, il y a une probabilité forte pour que certaines des entreprises en place conservent le leadership. Cette configuration correspond à la situation retenue dans les modèles évolutionnistes de R. Nelson & S. Winter [1982], S. Winter [1984] ou encore de P. Moati [1992]. Nous qualifions cette logique d'évolution de spécialisation. Les entreprises produisent toujours le même bien ou un très proche substitut en se basant sur le même ensemble de compétences. Il s'agit en fait à la fois d'une spécialisation industrielle (les entreprises restent dans la même industrie) et d'une spécialisation cognitive (les entreprises s'appuient sur le même ensemble de compétences).

Dans la configuration II, le bien introduit est indépendant du premier, son introduction correspondant en fait à l'apparition d'un nouveau marché. En régime routinier, les entreprises en place seront avantagées car ce sont elles qui maîtrisent les compétences nécessaires. Nous qualifions cette logique de diversification cohérente car la diversification industrielle s'appuie sur une spécialisation cognitive. Dans cette configuration, si les biens sont indépendants, les industries sont en fait reliées par l'ensemble sous-jacent

des compétences mobilisées par les entreprises. Dans le prochain chapitre, nous prenons, entre autres, l'exemple de certaines entreprises du bassin de Nogent qui, initialement spécialisées dans la coutellerie, se sont appuyées sur leurs savoir-faire dans ce domaine pour se lancer dans la production d'instruments chirurgicaux de pointe.

Cette logique de diversification cohérente est au cœur de l'analyse de G. Dosi, D. Teece & S. Winter [1990]¹⁰², qui partent du constat que « les activités de la grande entreprise moderne témoignent d'un degré élevé de proximité, que nous appellerons cohérence », la logique de diversification à œuvre étant caractérisée par le fait que « les nouvelles lignes de produits partagent certaines similitudes technologiques et de marché avec les anciennes » (p. 239). Dans notre schéma explicatif, le facteur de cohérence est l'ensemble des compétences semblables que détiennent les entreprises¹⁰³. Cette configuration occupera une place importante dans l'explication de l'évolution des dynamiques spatiales.

Figure 5 : Spécialisation et diversification cohérente



La figure 5 permet de résumer simplement ces deux premiers modes d'évolution : les entreprises sont spécialisées sur le même ensemble de compétences C1. Initialement, on suppose qu'elles produisent à partir de cet ensemble le bien P1. Notre hypothèse est qu'elles peuvent ensuite produire le bien P2 en s'appuyant toujours sur le même ensemble de compétences C1. Si P1 et P2 visent le même marché, nous sommes dans la configuration I, si P1 et P2 visent des marchés différents, nous sommes dans la configu-

¹⁰² Voir également les développements proches mais plus complets dans D. Teece, R. Rumelt, G. Dosi & S. Winter [1994].

¹⁰³ Si leur analyse concerne la grande entreprise, ces auteurs précisent que « même les accords inter-firmes, les « joint-ventures » et les consortia révèlent un degré réel de cohérence avec les autres activités

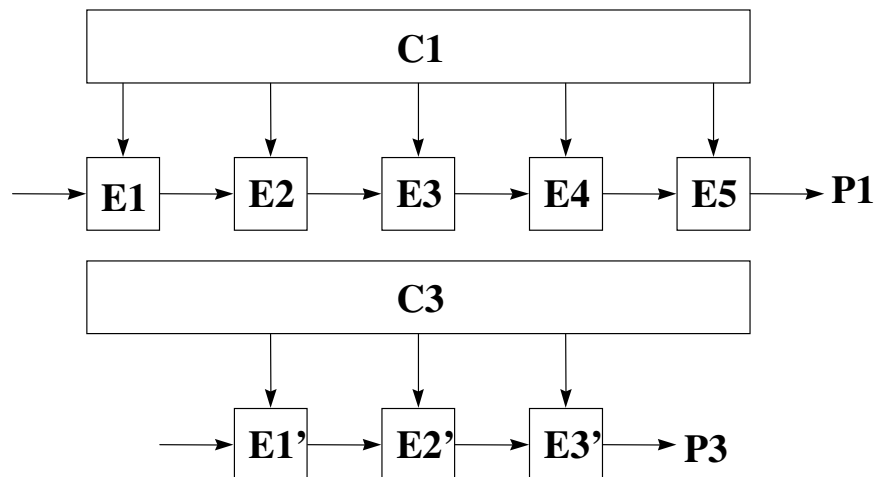
ration II.

La configuration III correspond à l'apparition d'un proche substitut ou d'un nouveau procédé basé sur un ensemble de compétences dissemblables (C3). La logique d'évolution est qualifiée de rupture technologique car le fait que le substitut requiert un nouvel ensemble de compétences désavantage les entreprises en place. P. Robertson & R. Langlois [1994] prennent comme exemple l'industrie automobile américaine, dont la position s'est détériorée au profit de l'industrie automobile japonaise : ceci peut s'interpréter comme le résultat d'une rupture technologique, l'inertie des routines attachées au mode de production fordiste interdisant aux entreprises américaines de procéder efficacement aux changements technologiques et organisationnels nécessaires.

Cette configuration est envisagée par T. Iosso [1993] dans un modèle proche de celui de S. Winter [1984]. Elle permet de dégager une évolution cyclique de l'industrie puisque l'apparition du bien conduit, sous certaines hypothèses, à la sortie des entreprises dominantes et au démarrage d'une nouvelle étape du processus qui conduit, en régime routinier, à une nouvelle concentration de l'industrie.

La configuration IV correspond à l'apparition d'un bien indépendant basé sur des compétences nouvelles. Pour les entreprises de l'industrie considérée, une telle configuration est neutre, pour l'économie dans son ensemble, elle correspond simplement à l'apparition d'un marché nouveau basé sur des compétences nouvelles.

Figure 6 : Rupture technologique et évolution indépendante



dans lesquelles les firmes associées sont engagées » (p. 239).

La figure 6 illustre ces deux nouveaux modes d'évolution : initialement, la production du bien P1 est réalisée à partir de l'ensemble de compétences C1. Il est ensuite possible de fabriquer le bien P3 à partir d'un ensemble de compétences C3. Si P1 et P3 visent le même marché, nous sommes dans la configuration III (rupture technologique), les entreprises disposant des compétences C1 pouvant être à terme évincées du marché. Si P1 et P3 visent des marchés différents, nous sommes dans la configuration IV (évolution indépendante).

Nous sommes restés plongés pour l'instant dans l'industrie 1, sans nous occuper de l'existence des autres industries. Leur prise en compte permet de dégager d'autres mécanismes possibles et de montrer que les configurations III et IV peuvent se ramener, dans certains cas, à une configuration de type II.

En effet, si l'on suppose l'existence d'une industrie du bien P3 basée sur un ensemble de compétences C3 permettant d'introduire un substitut au bien P1, alors la rupture technologique survenant dans l'industrie 1 correspond à une logique de diversification cohérente du point de vue de l'industrie 3. La diversification produite rendue possible par la détention des compétences C3 peut conduire à terme à la disparition des entreprises en place dans l'industrie 1, au profit des entreprises en place de l'industrie 3, le régime en vigueur demeurant routinier, même si l'ensemble pertinent des compétences a changé. L'implication fondamentale de ce mécanisme est qu'une innovation en apparence radicale si l'on se place du point de vue d'une entreprise de l'industrie 1 est une innovation incrémentale du point de vue d'une entreprise de l'industrie 3. Le caractère relatif de la radicalité d'une innovation éliminant le caractère partiellement *ad hoc* de l'explication de la rupture technologique.

Dans le même sens, une configuration de type IV peut correspondre à une configuration de type II pour une autre industrie. Si elle n'affecte pas la situation de l'industrie 1 considérée, elle peut par contre correspondre à la diversification d'une entreprise de l'industrie 2 qui va concurrencer les entreprises d'une industrie 3 s'appuyant, elles, sur un ensemble de compétences C3. On remarque alors que pour l'industrie 3, il s'agira d'une configuration de type III (rupture technologique), pour l'industrie 2, d'une configuration de type II (diversification cohérente), et pour l'industrie 1, d'une configuration de type IV (évolution indépendante).

Ces différents éléments démontrent que des industries en apparence indépendantes (les biens produits sont indépendants) sont en fait traversées par la dynamique des compétences (les compétences ne sont pas nécessairement indépendantes). Ce sont les compétences détenues par les entreprises qui donnent une cohérence aux stratégies de spécialisation et de diversification des entreprises.

Dans le quatrième chapitre, nous analyserons ces différentes configurations en nous appuyant sur des modèles évolutionnistes spatialisés, l'objectif étant de proposer des éléments d'explication des évolutions relatives des performances des espaces en nous appuyant sur notre typologie simplifiée.

§2. Limites verticales de l'entreprise, division du travail et coordination des activités

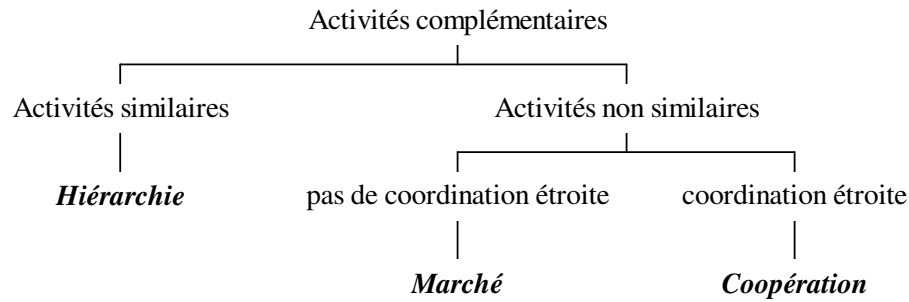
La distinction de Richardson entre compétences et activités a une deuxième implication forte : parce que les entreprises ont intérêt à se spécialiser sur un ensemble restreint de compétences, mais parce que, dans certains cas, la production d'un bien nécessite la coordination d'activités reposant sur des compétences dissemblables, elles sont incitées à procéder à une division cognitive du travail.

Les modes de coordination des activités

Plus précisément, le problème de coordination des activités peut être résolu de trois façons : par le marché, par la hiérarchie ou par la coopération, que nous définissons à la suite de G. Richardson [1972] comme la coordination *ex ante* du processus de production par deux (ou plus) organisations indépendantes. Si les activités complémentaires sont similaires alors le mode de coordination approprié est la hiérarchie. Dans le cas d'activités complémentaires non similaires, la coordination se fait par le marché ou par la coopération. S'il existe une nécessité de coordination étroite des activités, la coopération sera choisie, sinon, la forme appropriée sera le marché.

Schématiquement, on obtient :

Figure 7 : Les modes de coordination des activités



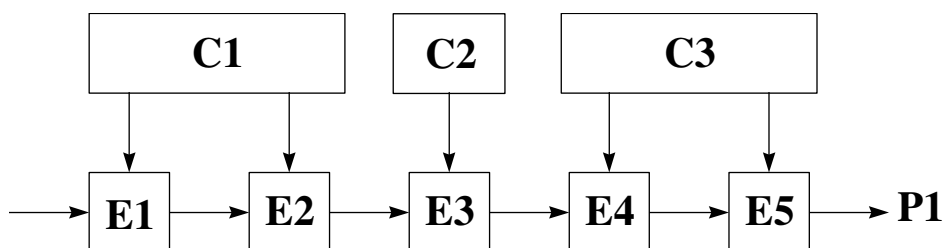
Si l'on s'accorde sur le fait que l'évolution récente du système économique se caractérise notamment par « l'accélération du progrès scientifique et technique », qui contribue « à une complexification et à un éclatement des savoirs » (P. Moati & E. Mouhoud [1994], p. 49) et que, simultanément, « on relève un accroissement de l'importance des aspects combinatoires dans le développement technologique et l'innovation-produit » (p. 50), alors, on doit assister à l'émergence progressive d'une division cognitive du travail avec comme modes dominants de coordination des activités la coopération et le marché.

Les analyses de D. Teece [1976] et de R. Langlois & P. Robertson [1995] permettent de préciser ce que l'on entend par « besoins étroits de coordination » : ces derniers auteurs précisent que les besoins de coordination seront d'autant plus élevés que le changement économique concerne un ensemble plus large des étapes successives de production : si l'innovation est autonome, c'est-à-dire si elle n'affecte qu'une des étapes, les besoins de coordination seront nuls ou faibles mais si, au contraire, l'innovation est systémique, c'est-à-dire si l'introduction de l'innovation à une étape du processus requiert des changements au niveau des autres étapes, alors les besoins de coordination seront plus étroits.

D. Teece [1976] avance une explication complémentaire, qui relève de l'incertitude : lorsque les interdépendances entre des étapes successives de production sont élevées et que les besoins d'adaptation sont imprévisibles, des réponses coordonnées efficaces seront difficiles à assurer si les différentes étapes s'opèrent de manière indépendantes. Précision importante, la seule existence d'interdépendances fortes ne pose pas nécessairement problème : c'est parce que l'incertitude pèse sur les besoins d'adaptation que la solution d'une coordination par le marché pose problème. Si le schéma

d'interdépendance est fixe et stable, une telle coordination sera par contre possible¹⁰⁴.

Figure 8 : schéma général du processus productif



La figure 8 correspond à un schéma plus général résumant le processus productif d'un bien donné. La production du bien P1 requiert la coordination des cinq activités E1 à E5. Les étapes E1 et E2 reposent sur un ensemble de compétences semblables C1, l'étape E3 sur l'ensemble C2 et les étapes E4 et E5 sur l'ensemble C3. Si C1, C2 et C3 sont des ensembles de compétences dissemblables, les activités correspondantes seront réalisées par des entreprises différentes, qui vont se coordonner soit par le marché, soit par la coopération, en fonction de l'étroitesse des besoins de coordination. Si l'on suppose par exemple que les besoins de coordination des étapes E2-E3 sont étroits, mais que ceux des étapes E3-E4 sont non étroits, on remarque que les trois modes de coordination vont coexister : i) les étapes E1-E2 seront réalisées par une première entreprise (F1), de même que les étapes E4-E5 (entreprise F3), ce qui correspond à une coordination par la hiérarchie, l'étape E3 sera réalisée par une troisième entreprise (F2), ii) puisque les besoins de coordination entre les étapes E2 et E3 sont supposés étroits, les entreprises F1 et F2 sont incitées à coopérer, iii) l'hypothèse de besoins non étroits pour la coordination des étapes E3 et E4 incite par contre les entreprises F2 et F3 à se coordonner par le marché.

Une autre implication importante de cette logique de division du travail concerne les régimes technologiques. Dans la section précédente, nous avons associé, par hypothèse, un régime technologique à une industrie. Or, les régimes technologiques définissent les modes d'accroissement d'ensembles de compétences semblables, aussi peut-on suppo-

¹⁰⁴ Cet argument peut être exposé en termes de contrats incomplets : si l'incertitude est faible, des contrats de long terme pourront être élaborés, dans lesquels seront définis l'ensemble des besoins futurs d'adaptation. En présence d'incertitude forte, de tels contrats sont impossibles à définir. La rédaction de contrats de court terme ne constituera pas une alternative satisfaisante, car le temps et les coûts de renégociation des contrats seront élevés. Ces différents éléments incitent donc à l'intégration des différentes étapes du processus. (D. Teece [1976], p. 13).

ser que, dans une industrie donnée, lorsque sont coordonnés des ensembles dissemblables de compétences, il y aura coexistence de différents régimes. Par exemple, on pourrait supposer que l'évolution d'un sous-ensemble de compétences obéit à une logique d'approfondissement (régimes routiniers) et l'évolution d'autres sous ensembles à une logique d'élargissement (régimes entrepreneuriaux). Cette coexistence des différents régimes *dans une même industrie* caractérise plutôt bien le secteur des biotechnologies (Cf. infra).

Retour sur les modes d'évolution des industries

A la lumière de la logique de division cognitive du travail, il est maintenant possible de ré-examiner la typologie proposée plus haut. L'hypothèse forte à la base de notre typologie des modes d'évolution des industries est que l'innovation introduite affecte l'ensemble du processus productif du bien. Des innovations incrémentales, introduites de manière privilégiée par les entreprises en place (logique d'approfondissement des ensembles de compétences) peuvent favoriser la spécialisation ou la diversification cohérente. Des innovations radicales, introduites de manière privilégiée par de nouvelles entreprises, ou des entreprises d'autres industries, peuvent favoriser la rupture technologique ou l'évolution indépendante.

La plupart du temps, en raison de la logique de division cognitive du travail, on peut considérer qu'une innovation n'affecte pas l'ensemble du processus. Si l'on reprend le schéma précédent, il est possible qu'une innovation n'affecte que l'entreprise F2, engagée dans la troisième étape du processus, et non pas les deux autres entreprises. En d'autres termes, il convient de croiser le degré de radicalité de l'innovation et son caractère systémique ou autonome, afin d'envisager différents cas.

Cas 1 : innovations incrémentales et autonomes

Dans ce premier cas, les organisations productives existant dans l'industrie sont avantagées. Elles détiennent les compétences spécifiques nécessaires à la fabrication du bien, et procèdent à des innovations incrémentales qui résultent de processus d'apprentissage ou d'activités quasi-routinières de R&D. Parce que les innovations sont supposées autonomes, le mode de coordination approprié des activités est le marché. L'innovation est

localisée au sein d'une entreprise de l'organisation, son introduction n'affectant pas l'activité des autres entreprises.

Cas 2 : innovations incrémentales et systémiques

Comme dans le premier cas, les organisations productives sont avantagées, puisqu'elles disposent des compétences spécifiques nécessaires aux innovations incrémentales. Cependant, le caractère systémique des innovations incite à une coordination par la coopération, qui va permettre d'assurer une compatibilité dynamique des différentes activités (P. Moati & E. Mouhoud [1995]). L'innovation, si elle est issue d'une entreprise de l'organisation, nécessite l'adaptation des autres entreprises de cette organisation.

Cas 3 : innovations radicales et autonomes

Dans ce troisième cas, l'innovation n'est pas introduite par une entreprise de l'organisation mais par un acteur extérieur. L'entrée de cet acteur ne condamne pas l'organisation existante, puisque l'innovation ne concerne pas l'ensemble du processus, mais seulement un sous-ensemble de celui-ci. L'innovation peut inciter l'organisation à se reconfigurer, l'acteur-innovateur développant son activité en se coordonnant avec l'organisation productive. Eventuellement, si l'activité de l'acteur-innovateur se substitue à une activité préalablement réalisée par une entreprise de l'organisation, cette dernière va être évincée du marché. Dans d'autres cas, la nouvelle activité va venir compléter l'ensemble des autres activités, permettant soit le renforcement de la position de l'organisation dans l'industrie, soit une diversification cohérente de cette même organisation. Le caractère autonome des innovations incite, comme dans le premier cas, à une coordination par le marché.

Cas 4 : innovations radicales et systémiques

Dans ce dernier cas, et seulement dans ce dernier cas, les innovations peuvent conduire à l'éviction de l'organisation productive. Parce qu'elles sont systémiques, elles concernent l'ensemble des entreprises de l'organisation, parce qu'elles sont radicales, aucune entreprise n'est apte à s'adapter, compte tenu de la relative inertie de leurs routines. L'éviction des organisations existantes se fera soit au profit d'un nouvel acteur, soit au

profit d'entreprises ou d'organisations productives appartenant à d'autres industries, disposant des compétences adéquates. Comme nous l'avons déjà signalé, l'innovation peut en effet être radicale pour une entreprise dans une industrie mais incrémentale pour une autre entreprise engagée dans une autre industrie.

Bien sûr, ces quatre cas peuvent se trouver mêlés dans la réalité, accentuant encore la diversité des évolutions possibles. Il n'en demeure pas moins que, même en se limitant à ces cas simples, les configurations de la typologie doivent nuancées : une stratégie de diversification cohérente, par exemple, nécessitera, dans la majeure partie des cas, une coordination avec d'autres acteurs disposant de compétences complémentaires. Surtout, la logique de rupture technologique ne conduira pas, le plus souvent, à l'éviction des leaders mais plus vraisemblablement à une adaptation des organisations existantes qui, en se coordonnant aux acteurs-innovateurs, vont au contraire pouvoir renforcer leur position dominante.

Tableau 15 : Innovations, modes de coordination et évolutions des industries

	Innovations incrémentales	Innovations radicales
Innovations autonomes	- favorable aux organisations en place - coordination par le marché	- favorable aux organisations en place - éventuellement défavorable à certaines entreprises de l'organisation - coordination par le marché
Innovations systémiques	- favorable aux organisation en place - coordination par la coopération	- défavorable aux organisations en place - mode de coordination : ?

Le tableau 15 résume les implications des différents cas, d'une part sur les organisations productives et d'autre part sur les modes de coordination probables de ces organisations (rappelons que nous ne considérons que les cas d'activités complémentaires non similaires).

Lorsque les innovations sont autonomes, qu'elles soient incrémentales ou radicales, la coordination appropriée est le marché. La différence est que, dans le premier cas, les acteurs impliqués restent les mêmes alors que, dans le deuxième cas, certains des acteurs de l'organisation peuvent être évincés au profit de nouveaux acteurs. Lorsque les innovations sont systémiques et incrémentales, la coopération semble être le mode approprié de coordination. Nous verrons dans le cinquième chapitre que ces deux logiques de coordination ont des implications sensiblement différentes sur la localisation des activités.

Le dernier cas est celui d'innovations radicales et systémiques. Dans ce cas, le mode de coordination va dépendre de problèmes cognitifs et transactionnels qui peuvent parfois, comme nous allons le voir, inciter à l'intégration. Supposons qu'un acteur veuille introduire une innovation radicale et systémique sur le marché, qui doit être combinée à d'autres activités complémentaires non similaires. R. Langlois & P. Robertson [1995] avancent deux explications essentielles de l'intégration d'activités non similaires, en s'appuyant d'une part sur les travaux de D. Teece [1986] et d'autre part sur les travaux de M. Silver [1984].

Selon D. Teece [1986], l'acteur-innovateur peut être confronté à un problème d'appropriabilité des connaissances nouvelles qu'il met en œuvre : si l'activité innovante suppose d'être coordonnée à des activités complémentaires non similaires, les

parties potentielles engagées dans ces dernières activités peuvent tenter de capter la valeur économique de l'innovation, notamment, pour reprendre l'argument de Williamson, par opportunisme. Dans certains cas, l'acteur-innovateur peut protéger son innovation en recourant aux dispositions légales. Dans d'autres cas, de telles dispositions n'existent pas (ou ne sont que partiellement efficaces). Ce problème d'appropriabilité va également varier en fonction de la nature des connaissances impliquées : plus les connaissances mobilisées sont tacites, moins le problème d'appropriabilité est important. Si l'on suppose que les connaissances sont codifiables et qu'elles ne peuvent être protégées efficacement par le système légal, alors l'acteur innovateur aura tendance à opter pour une intégration verticale des différentes étapes du processus, même si elles reposent sur des compétences dissemblables.

L'argument de M. Silver [1984], sensiblement différent, nous semble plus général car il se réfère au problème plus fondamental pour une économie en croissance de l'incertitude. Une innovation correspond à l'introduction de quelque chose de qualitativement nouveau. Les activités complémentaires non similaires devront être également, dans le cas d'une innovation systémique, qualitativement nouvelles. Si l'on suppose que la valeur économique attendue de l'innovation est fortement incertaine, l'asymétrie des anticipations des acteurs va être relativement importante, et l'acteur-innovateur a une probabilité relativement élevée de ne pas trouver d'acteurs engagés dans les activités complémentaires nécessaires partageant sa « vision du futur ». Plus précisément, les acteurs potentiels avec lesquels il doit coordonner son activité innovante demanderont probablement un prix élevé pour couvrir les risques afférents aux investissements dans les actifs spécifiques nécessaires à la modification de leurs activités. L'acteur-innovateur sera incité à s'engager dans les différentes étapes du processus, même si celles-ci sont non similaires, si les coûts liés à l'intégration sont inférieurs aux coûts liés à la coordination externe, cette configuration étant d'autant plus probable que l'innovation est radicale¹⁰⁵.

Ces arguments transactionnels peuvent être combinés à un argument proche, relevant

¹⁰⁵ « In my scenario, the entrepreneur does not « do it himself » in order to keep the profitability of good X a secret (...). Just the opposite is the case ! The innovator would prefer to concentrate his managerial resources narrowly on X. His problem is that he cannot, at reasonable cost, convey his implausible « secret » to those with the technical capabilities needed to produce the required operations at the lowest

de problèmes cognitifs : l'acteur innovateur sera contraint d'intégrer les étapes non pas parce que les anticipations des autres acteurs sont divergentes, mais parce qu'aucun acteur ne dispose des compétences complémentaires qualitativement nouvelles nécessaires.

Ces différents éléments permettent d'avancer une proposition théorique intéressante (R. Langlois & P. Robertson [1995]) : au fur et à mesure de son évolution, l'acteur-innovateur va accumuler des compétences spécifiques non transmissibles, ce qui tend à réduire les problèmes d'opportunisme et d'appropriabilité. Dans le même temps, si les anticipations de l'acteur-innovateur sont validées par le marché, les asymétries vont diminuer et ce d'autant plus que les possibilités d'utilisation de l'innovation vont se développer. Le problème d'incertitude va donc également se réduire. Pour ces différentes raisons, l'acteur-innovateur va pouvoir se recentrer sur l'ensemble des compétences sur lequel est fondé son avantage compétitif, et externaliser les activités qui reposent sur des ensembles de compétences dissemblables, la forme de coordination dépendant ensuite de l'étroitesse des besoins de coordination¹⁰⁶.

Ceci est bien sûr un cas extrême, qui suppose une 'radicalité' très forte de l'innovation, pour qu'aucune compétence complémentaire n'existe ou, si elles existent qu'aucun acteur ne veuille s'engager aux côtés de l'innovateur.

Le cas exemplaire des biotechnologies

Plusieurs développements dans les biotechnologies illustrent assez bien certains des concepts et mécanismes développés dans notre schéma explicatif. Les biotechnologies concernent l'utilisation des systèmes et des organismes biologiques dans l'industrie. Au début des années 70, suite à la découverte de méthodes d'isolement des gènes et de recombinaison de l'ADN, de nouvelles techniques ont émergé, liées à ce que l'on appelle le génie génétique. Ces nouvelles biotechnologies sont à la base d'innovations affectant potentiellement la pharmacie, l'agriculture, la chimie, voire les industries énergétiques¹⁰⁷. Elles correspondent à une rupture technologique à la base du développement

cost » (M. Silver [1984], p. 17, cité par R. Langlois & P. Robertson [1995], p. 40).

¹⁰⁶ Compte tenu des problèmes cognitifs soulevés, la réduction des problèmes transactionnels doit conduire plutôt à la coopération qu'au marché, car des adaptations seront nécessaires.

¹⁰⁷ En 1997, sur les 22 nouveaux produits pharmaceutiques approuvés par l'Agence européenne du mé-

d'un nouveau paradigme, dans le sens où elles mobilisent un ensemble important de nouvelles méthodes et de nouvelles règles à appliquer.

Tout au long des années 70, un nombre croissant de petites entreprises spécialisées dans les biotechnologies (notées par la suite ESB) ont émergé aux Etats-Unis. Leur création a été facilitée par le capital risque disponible, à la recherche de nouveaux champs d'innovation. Les domaines de recherche sont relativement larges puisqu'ils concernent les thérapeutiques humaines, la chimie, l'agriculture animale et végétale, le traitement des déchets, la culture des cellules, etc. (Cf. M. Sharp [1990], p. 103). Les créateurs des ESB sont pour l'essentiel des scientifiques issus de quelques ensembles universitaires américaines de San Diego, de la baie de San Francisco et de l'ensemble Boston-Cambridge-Norchester (G. Eliasson & A. Eliasson [1996]), détenant les compétences de base nécessaires pour ces nouvelles activités. L'essor des biotechnologies en Europe est plus récent, mais partage les caractéristiques du développement nord-américain, qu'il s'agisse de l'importance du capital-risque, de la diversité des domaines de recherche, et de l'origine des créateurs d'entreprise¹⁰⁸.

Ces trois éléments —nombreuses créations d'entreprises indépendantes, diversité des axes de recherche, origine des compétences— renvoient clairement à un régime technologique de type entrepreneurial. La réalité est cependant moins simple, les grandes entreprises de la chimie n'ayant jamais été complètement absentes des biotechnologies. M. Sharp, S. Thomas & P. Martin [1994] montrent que ces grandes entreprises ont adopté successivement trois stratégies.

De 1973 à 1983, elles ont adopté une stratégie que les auteurs qualifient de minimaliste, consistant à suivre simplement les avancées scientifiques du domaine et s'ouvrir une fenêtre sur ces nouvelles technologies. M. Sharp [1990] avance trois arguments essentiels justifiant cette stratégie :

dicament, 11 étaient issus des biotechnologies et cette tendance devrait se poursuivre, voire s'amplifier au cours des dix prochaines années. En ce qui concerne l'Europe, la création d'environ 100.000 emplois est attendue d'ici à dix ans (La Tribune, 19/10/98).

¹⁰⁸ A titre d'exemple, quatre scientifiques —Donny Strosberg du Cnrs/Institut de génétique moléculaire de Cochin, Pierre Legrain de l'Institut Pasteur, Jacques Camonis de l'Institut Curie et Richard Benarous de l'Inserm viennent de créer la société de biotechnologie Hybrigenics sur le campus de l'Institut Pasteur (La Tribune, 12/05/98). En France, l'Alsace est sans doute la région leader : c'est elle qui a vu naître la première entreprise de biotechnologie en 1979. Depuis, une trentaine de sociétés sont apparues (La Tribune, 13/05/98).

- i) les compétences détenues par les entreprises des industries chimiques et pharmaceutiques relevaient des sciences de la chimie et non des sciences biologiques,
- ii) au sein des sciences biologiques, les biotechnologies nécessitent la mobilisation d'un ensemble large de compétences (microbiologie traditionnelle, biologie cellulaire, cristallographie, biophysique, génie chimique, ...). Or, les ESB ont pu réunir des équipes de recherche détenant ces différentes compétences, notamment parce que leur création est à l'initiative, le plus souvent, de groupes de chercheurs issus de la même université. Les grandes entreprises auraient eu plus de difficulté à mobiliser de telles compétences et à les intégrer à leur département de recherche (inertie des quasi-routines),
- iii) l'incertitude forte sur la valeur économique attendue des innovations jusqu'au milieu des années 80 (ces nouvelles techniques permettront-elles la fabrication de nouveaux produits ? Sont-elles brevetables ? Sont-elles socialement acceptables ? ...) a découragé les grandes entreprises d'allouer d'importantes ressources dans les biotechnologies.

S'agissant de ce dernier point, on remarque que l'argumentation de M. Silver [1984] trouve une certaine confirmation, les ESB n'ayant noué, dans cette première phase, que peu de relations avec les entreprises existantes. Dans la deuxième phase, de 1984 à 1989, les anticipations des grandes entreprises ont convergé pour reconnaître que les biotechnologies étaient un domaine d'avenir essentiel pour l'innovation. Elles ont alors adopté une stratégie d'investissement, certaines ont choisi la voie interne, d'autres ont eu recours à l'acquisition d'ESB, d'autres encore ont développé un ensemble de relations avec ces petites entreprises.

De leur côté, les ESB trouvent dans la coopération avec les entreprises existantes une source de revenu et de financement, un accès aux marchés et aux réseaux de distribution des grandes entreprises, ainsi qu'un ensemble de compétences complémentaires : les grandes entreprises et les ESB ont en effet mis en place différents types de partenariat, les grandes entreprises apportant notamment leurs compétences dans la résolution des contraintes réglementaires (procédures de tests et de certification des nouveaux pro-

duits) et dans les procédures de dépôts de brevets.

Depuis le début des années 90, enfin, les premiers produits apparaissent sur le marché, l'accent étant mis sur les stratégies de commercialisation. Les grandes entreprises ont dans ce domaine un net avantage sur les ESB qui sont à l'origine des nouveaux médicaments mais n'ont généralement pas réussi à les commercialiser (M. Sharp, S. Thomas & P. Martin [1994]). Les ESB survivent cependant en échangeant les résultats et les méthodes de leurs recherches contre les capacités de développement et de marketing des grandes entreprises (*Ibid.*, p. 99).

On assiste donc bien à une division cognitive du travail, qui s'explique par la nécessité de coordonner des activités complémentaires dissemblables qu'aucune des parties ne peut intégrer efficacement. On remarque également la coexistence de différents régimes technologiques, si l'on s'accorde sur le fait que l'accroissement des ensembles de compétences détenues par les nouvelles entreprises obéit encore à une logique d'élargissement, et que celui des ensembles de compétences des entreprises en place obéit à une logique d'approfondissement. Plutôt que de coexistence, il conviendrait sans doute de parler d'interaction, l'engagement des entreprises influençant les directions de recherche empruntées par les *start-up*.

Autre point essentiel, la rupture technologique que représente l'émergence des biotechnologies n'a pas conduit à l'éviction des leaders. Au contraire, les grandes entreprises y voient un moyen de renforcer leur position dominante, au prix, malgré tout, d'une réorganisation assez importante des activités, où la coopération avec les ESB prend le pas sur un fonctionnement antérieurement plus intégré.

L'évolution récente semble indiquer la poursuite de cette logique de division du travail : certes, les dépenses internes de R&D dans les biotechnologies effectuées par les entreprises en place ont sensiblement augmenté au cours des années 80, mais sans se substituer à la coopération, qui s'est également accrue (M. Sharp [1990], pp. 106-107). D. Vasella, président du « géant » suisse de santé Novartis pronostiquait ainsi récemment, dans une interview à la *Tribune*, la coexistence d'un mouvement de concentration dans la pharmacie mondiale et le développement de coopérations étroites dans différents

domaines de recherche¹⁰⁹. De manière encore plus explicite, Jean-René Fourtou, président du groupe Rhône-Poulenc, affirme que la solution de l'externalisation favorise la créativité ou l'originalité. Son objectif, à terme, est de dépenser à l'extérieur 25 % du budget de recherche (La Tribune, 18/05/98). Dans le même sens, Hendrik Verfaillie, président de Monsanto Life Science souhaite développer les relations de son groupe avec la recherche académique et les entreprises spécialisées et créer un réseau de collaborations incluant la France et l'Allemagne (La Tribune, 27/03/98).

Ces différents éléments ne doivent pas masquer l'existence de stratégies alternatives, menées par certaines entreprises : certaines nouvelles entreprises (Genentech, Cetus, Amgen) ont cherché à s'implanter dans l'industrie pharmaceutique, en s'affranchissant des relations avec les grandes entreprises en place ; à l'inverse, certaines grandes entreprises (comme ICI) ont préféré développer en interne leurs efforts de recherche (M. Sharp [1990]). Ces comportements s'expliquent peut-être par la peur d'un opportunisme ou par le fait que ces entreprises ont considéré les compétences à mobiliser comme suffisamment proches. On remarque cependant que, depuis lors, plusieurs de ces nouvelles entreprises ont révisé leur stratégie pour s'engager dans la coopération (M. Sharp [1990]).

Conclusion

Nous avons élaboré dans ce chapitre un schéma explicatif alternatif du processus d'accroissement des connaissances. Optant pour une approche populationnelle, le point de départ a été la définition du cœur irréductible des entreprises : alors que O. Williamson le définit comme l'ensemble des interfaces technologiquement non séparables, nous le définissons comme l'ensemble évolutif des compétences tacites.

L'ensemble des compétences d'une entreprise évolue sous l'influence du processus cumulatif d'apprentissage et des processus de R&D. Cette logique d'évolution tend à spécialiser les entreprises sur un ensemble restreint de compétences semblables. Lorsque, dans une industrie donnée, la logique d'accroissement des connaissances corres-

¹⁰⁹ Il souligne par ailleurs que si la coopération se fait surtout avec des entreprises des Etats-Unis, c'est que « l'environnement est plus propice à l'investissement à cause du capital risque disponible [et] des nombreuses entreprises de biotechnologies qui développent les inventions sorties des universités (...) »

pond à une logique d'approfondissement de la base des connaissances, les entreprises en place sont favorisées par le caractère cumulatif de l'évolution des compétences. Lorsqu'il s'agit d'une logique d'élargissement des connaissances, ces entreprises sont au contraire défavorisées par l'inertie relative de leurs routines.

La distinction entre les compétences d'une entreprise et les activités dans lesquelles elle s'engage permet d'avancer un ensemble de propositions essentielles. Nous avons notamment montré que le changement de leadership dans une industrie donnée peut résulter d'une rupture technologique, consécutive à une innovation radicale qui rend caduque l'ensemble existant des compétences, et se trouve à la base du développement d'un nouvel ensemble de compétences. Ce changement de leadership peut également résulter d'une stratégie de diversification cohérente menée par des entreprises appartenant à d'autres industries.

La production d'un bien nécessitant la coordination d'activités complémentaires, nous avons ensuite analysé la logique de division cognitive du travail. La nature des activités et l'étroitesse des besoins de coordination définissent les modes de coordination appropriés —marché, hiérarchie ou coopération. Cette logique de division du travail nous a conduit à nuancer les implications de notre typologie, en montrant que les modes d'évolution des industries vont dépendre du caractère radical ou incrémental des innovations, mais aussi de leur caractère systémique ou autonome. Dans certains cas (innovations radicales autonomes), une rupture technologique ne conduira pas à l'éviction des leaders mais, au contraire, au renforcement de leur position dominante. L'exemple du secteur des biotechnologies nous a permis d'illustrer certains des mécanismes à l'œuvre.

Il convient maintenant, sur la base de ce schéma explicatif, de se prononcer sur l'évolution relative des performances des espaces, et de montrer dans quelle mesure il permet de mieux comprendre les faits stylisés préalablement recensés.

Chapitre Deux. L'évolution de la compétitivité des espaces

Dans son numéro de janvier 1991, *The Economic Journal* a demandé à un ensemble d'économistes reconnus de s'interroger sur les développements de la théorie économique dans les cent prochaines années. Se livrant à cet exercice, Franck Hahn [1991] prédit que la théorie pure, qu'il définit comme « l'activité consistant à déduire des implications d'un nombre limité d'axiomes fondamentaux » (p. 47), sera de moins en moins attrayante et de moins en moins possible, et « plutôt que de théorèmes, nous aurons besoin de simulations, plutôt que d'axiomes simples et transparents, nous aurons besoins d'hypothèses relevant de la psychologie, de la sociologie ou de l'histoire ». Et de poursuivre en prédisant que l'économie devrait revenir aux affinités marshalliennes avec la biologie, les simulations évolutionnistes présentant en ce sens un grand intérêt (p. 48), même si une telle réorientation, conclut-il, effacera « les plaisirs des théorèmes et des preuves » (p. 50).

Nous allons, tout au long de ce chapitre, tenter de démontrer la pertinence des modèles évolutionnistes pour la compréhension de l'évolution de la compétitivité des espaces et donc, d'une certaine manière, apporter un élément de validation de la prédiction de Franck Hahn.

L'objectif n'est pas de rendre compte de l'ensemble des mécanismes dégagés dans le chapitre précédent, mais, plus modestement, de se limiter à un sous-ensemble restreint de ces mécanismes. Plus précisément, le modèle que nous allons présenter permet d'analyser de manière formalisée notre typologie des modes d'évolution des industries, et permet, sous certaines hypothèses, de dégager des implications intéressantes sur l'évolution de la compétitivité des espaces.

La première section de ce quatrième chapitre expose progressivement le modèle de base. Ce modèle, qui s'inscrit dans le prolongement des modèles de R. Nelson & S. Winter [1982], S. Winter [1984] et T. Iosso [1993], permet d'analyser l'évolution d'une industrie composée d'un ensemble d'entreprises concurrentes aux compétences hétérogènes. Le paramètre essentiel de ce modèle de base est le degré d'applicabilité des con-

naissances, noté γ : une valeur inférieure à l'unité de ce paramètre correspond à un régime routinier, une valeur unitaire correspond à un régime entrepreneurial. Nous montrons que lorsque l'industrie est en régime routinier, on assiste à une concentration industrielle de l'activité, quelques entreprises réalisant à terme l'ensemble de la production. Ce résultat s'explique par l'expérience qu'accumulent les premiers entrants, expérience qui leur permet d'améliorer progressivement l'ensemble de leurs compétences. Au delà d'une certaine période, l'industrie est verrouillée, car les acteurs extérieurs qui, par définition, ne possèdent pas une telle expérience, ne peuvent plus entrer dans l'industrie. En régime entrepreneurial, au contraire, les entrées sont toujours possibles, car l'accroissement des connaissances n'est pas cumulatif. De ce fait, la concentration industrielle est plus faible et le nombre d'entrées et de sorties est plus important.

La deuxième section du chapitre procède à la spatialisation du modèle de base et à l'analyse des quatre configurations de la typologie. La spatialisation s'inspire du modèle proposé par P. Moati [1992]. Nous introduisons en fait un deuxième paramètre essentiel, que nous qualifions de degré de localisation de la R&D, paramètre noté ρ . Une valeur unitaire de ce paramètre correspond à une activité de R&D globale : pour l'imitation, par exemple, cela signifie qu'une entreprise ou qu'un acteur extérieur à l'industrie peut tenter d'imiter une entreprise quelconque dans un espace quelconque. Une valeur nulle de ce paramètre signifie par contre que l'entreprise ou l'acteur extérieur ne peut tenter d'imiter que les entreprises localisées dans son espace d'appartenance – l'activité de R&D est alors qualifiée de locale. En dehors de ce paramètre, les espaces sont supposés initialement rigoureusement identiques.

L'hypothèse de R&D locale, proche de celle d'externalité technologique locale posée dans nombre de modèles de croissance endogène spatialisés, est une hypothèse contestable. Elle consiste à supposer que les frontières d'un espace correspondent aux frontières de la connaissance à la disposition des entreprises de cet espace. Dans ce chapitre, nous considérons qu'il s'agit d'une hypothèse recevable dont on peut tirer un ensemble de propositions intéressantes, et nous réservons des éléments de justification et d'infirmer de cette hypothèse pour le cinquième chapitre.

Sur ces bases, nous modélisons d'abord la configuration I de notre typologie (logique

de spécialisation fixe), en croisant les valeurs des deux paramètres du modèle. Nous montrons alors la diversité potentielle des évolutions relatives des performances des espaces. Nous focalisons ensuite notre attention sur le régime routinier avec R&D locale, et analysons les trois autres configurations. Nous montrons notamment que le retournement spatial peut s'expliquer soit par une logique de rupture technologique, soit par une logique de diversification cohérente.

Section I. Modèles de base

Dans un premier point, nous développons un modèle statique qui permet de comprendre la logique de base du modèle et d'introduire la formalisation des routines statiques relatives à l'activité de production. Le deuxième point correspond à la dynamisation de base du modèle statique : on introduit des activités de R&D qui permettent à l'entreprise d'accroître ou d'améliorer son ensemble de compétences, ce qui correspond, en d'autres termes, à l'introduction des quasi-routines (routines dynamiques). Dans un troisième point, des fonctions d'investissement sont incorporées afin de rendre compte du deuxième ensemble essentiel de routines statiques. Enfin, dans un quatrième point, on présente les mécanismes d'entrée des entreprises, ce qui permet, d'une part, de disposer d'un modèle complet d'analyse de l'évolution d'une industrie et, d'autre part, de distinguer entre les industries fonctionnant en régime routinier et celles fonctionnant en régime entrepreneurial.

§1. Modèle statique

Ce premier modèle très simple n'a pour autre but que de faire comprendre la logique évolutionniste sous-jacente, qui sera reprise dans les modèles suivants plus complexes. On s'intéresse au fonctionnement d'une industrie composée de n entreprises preneuses de prix et produisant un bien homogène à partir d'un input unique K_i à prix constant et de leur ensemble de compétences, résumé par un coefficient de productivité A_i . L'offre globale Q est obtenue par sommation des offres individuelles Q_i . La confrontation de l'offre globale et de la demande globale permet de déterminer le prix P .

Connaissant le prix sévissant dans l'industrie, chaque entreprise déduit son profit unitaire π_i et un indicateur de performance X_i dérivé du profit. Le fait que chaque entre-

prise dispose d'un coefficient de productivité spécifique implique que les profits par unité de capital seront différents d'une entreprise à l'autre. Cependant, le processus de sélection ne conduit pas à la sortie immédiate des entreprises : seules celles dont l'indicateur de performance ou le stock de capital sont inférieurs à des minimums donnés (respectivement $\underline{X}$ et $\underline{K}$) seront contraintes à la sortie¹¹⁰.

On suppose enfin que les entreprises réinvestissent l'ensemble de leurs profits, compte tenu de la dépréciation à taux constant identique δ du stock de capital.

La structure de ce premier modèle est la suivante :

structure du modèle statique

$$[1] Q_{it} = A_{it} K_{it}$$

$$[2] Q_t = \sum_i Q_{it}$$

$$[3] P_t = R / Q_t$$

$$[4] \pi_{it} = P_t A_{it} - c_{it}$$

$$[5] X_{it} = \beta X_{it-1} + (1 - \beta) \pi_{it}, \quad 0 \leq \beta \leq 1$$

$$[6] K_{it+1} = [(1 - \delta) + \pi_{it}] K_{it}$$

$$[7] K_{it} = 0 \quad \forall \tau > t \text{ si } [(1 - \delta) + \pi_{it}] K_{it} < \underline{K} \text{ ou } X_{it} < \underline{X}$$

Les trois premières relations définissent un processus d'équilibre de court terme qui permet la détermination d'un prix unique. La relation [4] définit le profit unitaire, la relation [5] l'indicateur de performance, la relation [6] l'investissement et la relation [7] les conditions de sortie des entreprises. R est le revenu (supposé constant) et $c_i=c$ le coût unitaire de production (supposé égal et constant pour toutes les entreprises).

Sous ces hypothèses, les entreprises diffèrent seulement par leur coefficient de productivité. Nous supposons plus précisément qu'il existe un niveau de productivité potentielle (ou productivité latente) qui résume les conditions macro-économiques du pays. Cependant, compte tenu de l'hétérogénéité micro-économique, les entreprises n'ont pas toutes la même aptitude dans l'exploitation de ce potentiel, leurs coefficients de productivité effectif dépendent donc à la fois de la productivité potentielle et de leurs caracté-

¹¹⁰ L'introduction de l'indicateur de performance est destinée à adoucir le processus évolutionniste : seules les entreprises dont le profit est durablement négatif sortent de l'industrie. Il s'agit d'une hypothèse

ristiques spécifiques. Pour formaliser simplement cette double dépendance, nous avons recours aux probabilités : chaque entreprise tire au début du processus un coefficient de productivité A_i dans une loi normale de moyenne λ (la productivité latente) et d'écart type σ . Certaines entreprises vont tirer un coefficient inférieur à la productivité latente, ce qui signifie que leur ensemble de compétences ne leur permet pas d'atteindre le potentiel existant ; d'autres au contraire tireront un coefficient égal, voire supérieur à la productivité latente, ce qui signifie à l'inverse que leur ensemble de compétences leur permet de dépasser le potentiel existant. Dans ce premier modèle statique, la productivité potentielle ne varie pas et les entreprises ne peuvent modifier leur coefficient de productivité initial.

Si l'on suppose que la seule différence entre les entreprises est le coefficient de productivité (les dotations en capital, le coût unitaire de production, le taux de dépréciation du capital sont identiques), et puisqu'elles ne peuvent modifier ce coefficient, seule l'entreprise ayant réalisé le tirage initial le plus élevé —c'est-à-dire seule l'entreprise qui dispose de l'ensemble des compétences spécifiques le mieux adapté— va, à terme, survivre : un coefficient plus élevé garantit en effet un profit unitaire plus élevé, qui conduit ensuite à un accroissement du stock de capital plus important. Au fur et à mesure du processus, sous l'effet de l'accroissement du poids des entreprises les plus efficaces, le prix en vigueur dans l'industrie diminue et déplace le seuil d'efficience permettant la réalisation de profits non négatifs. Les autres entreprises vont être une à une contraintes à la sortie, d'autant plus rapidement que leur coefficient de productivité est faible.

Tableau 16 : Evolution d'une industrie dans le cas du modèle statique

Entreprise	Productivité initiale	Rang	Capital final	Date de sortie
1	0,149	13	0,0	38
2	0,158	10	0,0	61
3	0,153	12	0,0	47
4	0,166	4	0,0	86
5	0,157	11	0,0	56
6	0,176	2	29,9	-
7	0,159	8	0,0	66
8	0,158	9	0,0	61
9	0,165	5	0,0	82
10	0,167	3	0,0	91
11	0,205	1	641,1	-
12	0,132	16	0,0	12
13	0,162	7	0,0	71
14	0,134	15	0,0	16
15	0,164	6	0,0	77
16	0,145	14	0,0	29

Dans le tableau 16, nous avons repris les résultats d'une simulation de l'évolution d'une industrie constituée de 16 entreprises. Les valeurs des paramètres, que nous utiliserons par la suite sont les suivantes¹¹¹ : $\lambda=0,135$, $\sigma=5\%\lambda$, $K(0)=25$, $R=128$, $c=0,16$, $\beta=0,75$, $\delta=0,03$, $\underline{K}=10$, $\underline{X}=-0,045$. Dans la deuxième colonne du tableau figurent les coefficients de productivité des entreprises ; dans la troisième colonne le classement des entreprises selon ce coefficient ; dans la quatrième colonne le capital des entreprises en fin de simulation et dans la cinquième colonne la date de sortie éventuelle des entreprises. Logiquement, les entreprises sortent de l'industrie d'autant plus vite que leur coefficient de productivité est faible. Après 100 périodes, seules les entreprises n°6 et n°11 survivent, cette dernière étant assurée à terme de dominer intégralement l'industrie.

§2. Modèle dynamique de base

Dans le premier modèle, l'évolution de l'industrie est parfaitement déterministe une fois les coefficients initiaux donnés : seule l'entreprise disposant du coefficient maximal survit. Nous allons maintenant supposer que les entreprises tentent d'améliorer leur en-

¹¹¹ Les valeurs des paramètres sont tirées de T. Iosso[1993], qui sont elles-mêmes proches de celles retenues par R. Nelson & S. Winter [1982]. Si l'on ne peut pas prendre n'importe quelles valeurs, les résultats sont conservés pour des ensembles *cohérents* de valeurs (précisons que Nelson et Winter se sont appuyés sur des données réelles pour fixer les paramètres). A titre d'exemple, nous poserons plus loin l'hypothèse que la réussite dans l'activité d'innovation est moins probable que la réussite dans l'activité d'imitation. On comprend que c'est moins la valeur précise des coefficients résumant ces probabilités qui

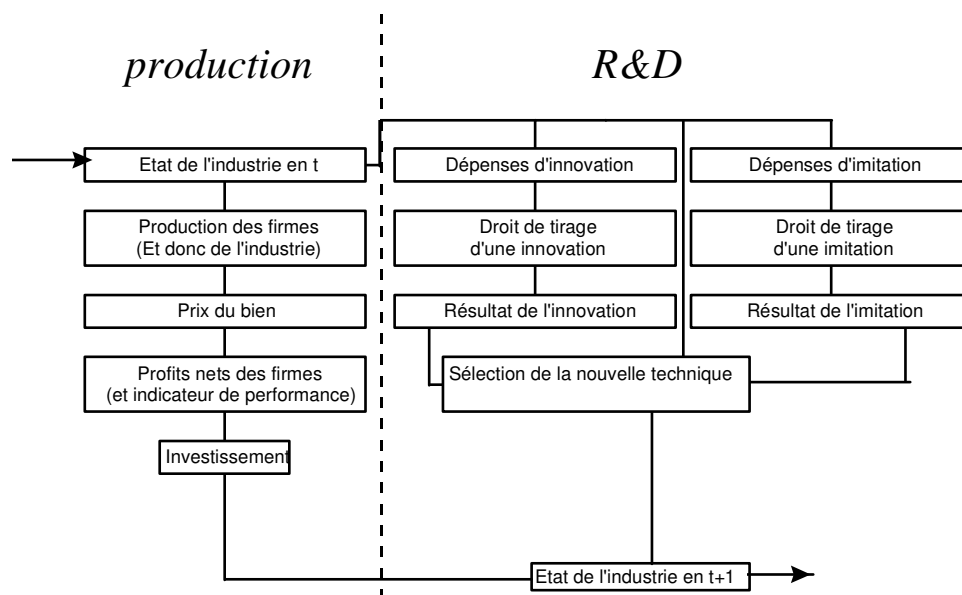
semble de compétences (synthétisé, rappelons-le, par leur coefficient de productivité) en se livrant à des activités de R&D.

Structure générale

On suppose que les activités de R&D se décomposent en deux activités indépendantes d'innovation et d'imitation auxquelles les entreprises allouent une partie de leur capital (respectivement r_{in} et r_{im} par unité de capital), dépenses qui viennent s'ajouter au coût unitaire de production c dans la détermination du profit unitaire (relation [4]).

La détermination du coefficient de productivité en $t+1$ s'effectue en deux temps : dans un premier temps, l'entreprise tente de découvrir de nouvelles opportunités par le biais de ses activités de R&D puis, dans un deuxième temps, elle cherche à mettre en place la technique la plus efficace (i.e. celle dont le coefficient est le plus élevé).

Figure 9 : organigramme du modèle dynamique (adapté de E. Andersen [1996])



La modélisation de la découverte des nouvelles opportunités se décompose elle-même en deux étapes : les entreprises cherchent d'abord à obtenir un droit de tirage d'une innovation (d_{in}) et d'une imitation (d_{im}). Les droits de tirage sont assimilés à une variable aléatoire prenant la valeur 0 ou 1 et dépendent des dépenses de R&D et d'un coefficient

importe, que la relation entre les deux coefficients. Il en va de même des autres paramètres.

(α_{in} pour l'innovation, α_{im} pour l'imitation) reliant les dépenses de R&D aux probabilités d'innovation et d'imitation :

$$\Pr(d_{it}^n = 1) = \min[\alpha_{in} r_{in} K_{it}] \text{ et } \Pr(d_{it}^m = 1) = \min[\alpha_{im} r_{im} K_{it}]$$

Précisons que l'expression de "droit de tirage" (puis, infra, de "tirage") rend compte de la technique de modélisation et non pas des processus réels : par exemple, pour l'imitation, il s'agit de répondre à la question : l'entreprise est-elle parvenue à imiter une technique existante ? La réponse (oui/non) est donnée par le droit de tirage. Le coefficient de productivité imité est ensuite donné par le tirage dans l'ensemble des coefficients existants, selon des règles que nous allons maintenant définir.

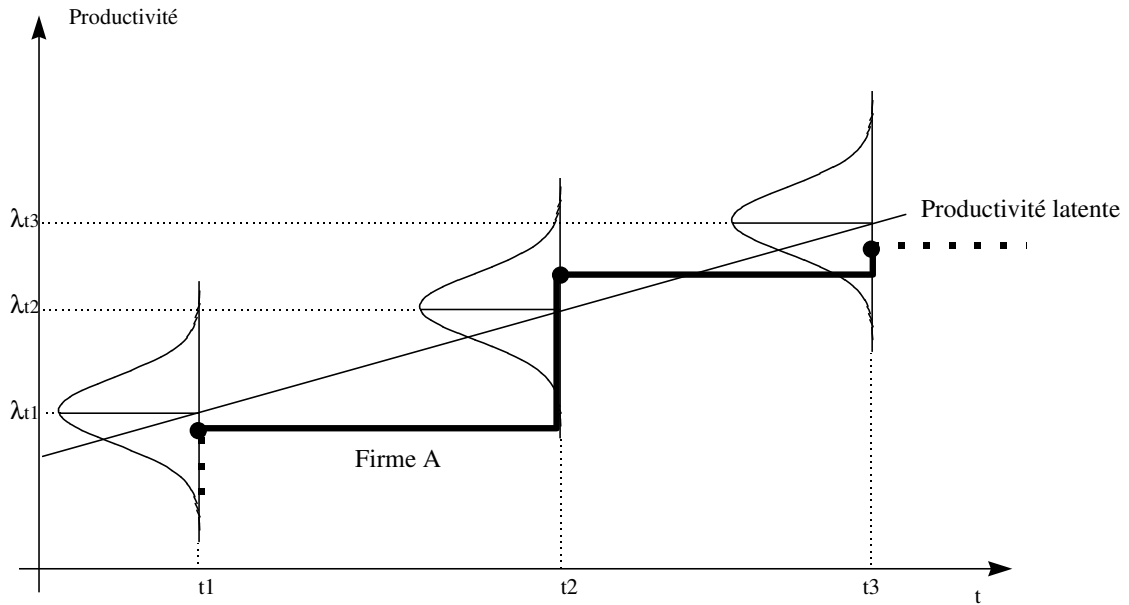
Dans la deuxième étape du processus, les entreprises disposant d'un droit de tirage d'une innovation (respectivement d'une imitation) vont tirer un coefficient potentiel d'innovation (noté $\tilde{A}_{it}$) (respectivement un coefficient potentiel d'imitation (noté $\hat{A}_{it}$)). Une fois dotées (au plus) des deux coefficients potentiels, les entreprises vont choisir le plus fort des trois coefficients à leur disposition : le coefficient potentiel d'innovation, le coefficient potentiel d'imitation et le coefficient courant.

Si une entreprise obtient un droit de tirage d'une innovation ($d_{in}=1$), elle doit tirer un coefficient potentiel d'innovation. A la suite de R. Nelson & S. Winter [1982], on suppose que $\tilde{A}_{it}$ est tiré dans une loi normale de moyenne λ_t et d'écart type σ_t , λ_t étant la productivité latente qui s'accroît à un taux constant ψ :

$$\tilde{A}_{it} \sim \mathcal{N}(\lambda_t; \sigma_t) \text{ avec } \begin{cases} \lambda_t = \lambda_{t-1} (1 + \psi) \\ \sigma_t = \eta \lambda_t \end{cases}$$

En d'autres termes, on suppose que les avancées scientifiques du pays permettent un accroissement régulier du potentiel macro-économique. Les entreprises ayant réussi à innover tentent d'exploiter au mieux ce potentiel.

Figure 10 : Exemple d'évolution du coefficient de productivité.



Dans l'exemple de la figure 10, une entreprise A tire en t_1 un coefficient de productivité dans une loi normale de moyenne λ_{t1} . Ce nouveau coefficient de productivité est inférieur à la productivité latente, qui évolue à taux constant : cela signifie que les spécificités de l'entreprise A ne lui permettent pas d'atteindre ou de dépasser le potentiel macroéconomique synthétisé par la productivité latente. En t_2 , la productivité latente s'est accrue au niveau λ_{t2} . L'entreprise tire à cette date un nouveau coefficient, supérieur à son coefficient courant et également supérieur à la productivité latente. En t_3 , de nouveau, elle réussit une nouvelle innovation et dispose d'un nouveau coefficient tiré dans une loi normale de moyenne λ_{t3} .

S'agissant de l'imitation, si une entreprise obtient un droit de tirage ($d_{im}=1$), elle tire un coefficient parmi les coefficients existants. Dans la formalisation retenue par R. Nelson & S. Winter [1982], elle tire simplement le coefficient maximal en vigueur dans l'industrie. Dans le modèle de S. Winter [1984], elle tire au hasard un coefficient parmi les coefficients existants. Les tirages ne sont cependant pas équiprobables : chaque coefficient est pondéré par la part de capital de l'économie qui utilise la technique de production en question (on exclut bien sûr le coefficient et la part de capital de l'entreprise imitatrice, afin d'éviter l'auto-imitation). De ce fait, plus une technique est répandue, plus la probabilité qu'elle soit imitée est grande. Formellement, nous noterons :

$$\hat{A}_{it} \sim \{A_{jt}, \rho_{jt}\} \text{ avec } \rho_{jt} = \frac{K_{jt}}{K_t}, K_t = \sum_j K_{jt} \text{ et } j \neq i$$

pour signifier que le coefficient est tiré dans la distribution des coefficients A_{jt} , sachant que l'on associe à chacun une probabilité ρ_{jt} d'être tiré. D'autres spécifications seraient possibles : G. Dosi & S. Fabiani [1994] supposent par exemple que l'imitation d'une entreprise j est d'autant plus probable que la distance entre la technique de l'entreprise i et la technique de l'entreprise j est faible, la distance étant simplement calculée comme la différence entre les coefficients de productivité des entreprises. Il serait également possible de combiner les deux formalisations, afin de tenir compte d'une part de la distance entre les techniques et d'autre part de l'étendue de leur diffusion. Nous nous limitons cependant à la formalisation de S. Winter [1984] afin de ne pas multiplier les configurations possibles.

Les coefficients résultant des activités de R&D sont des coefficients potentiels. L'entreprise ayant réussi dans l'une ou dans les deux activités d'innovation et d'imitation doit ensuite mettre en œuvre effectivement la nouvelle technique. A la suite de T. Iosso [1993], nous introduisons une règle de détermination du coefficient de productivité effectif en $t+1$ de la forme :

$$A_{it+1} = \max \left[A_{it}; \gamma \max (d_{it}^n \tilde{A}_{it}; d_{it}^m \hat{A}_{it}) + (1-\gamma) A_{it} \right]$$

γ est un coefficient que nous qualifions de degré d'applicabilité des connaissances : si $\gamma=1$, l'applicabilité est parfaite, l'entreprise retient le plus grand des trois coefficients de productivité (coefficient courant, coefficient potentiel d'innovation, coefficient potentiel d'imitation). Si $\gamma=0$, les techniques de production sont parfaitement rigides, l'entreprise ne pourra pas accroître son coefficient de productivité qui reste égal à son coefficient initial (on retrouve donc le modèle statique pour cette valeur particulière de γ). Lorsque γ est compris entre ces deux valeurs, l'efficacité de la mise en œuvre de la nouvelle technique dépend partiellement de l'efficacité de la technique courante. Plus γ est faible, et plus le coefficient de productivité en $t+1$ dépend du coefficient de productivité en t . En d'autres termes, une valeur inférieure à l'unité de γ signifie que l'accroissement des compétences est cumulatif, et ce d'autant plus que γ est faible.

A titre d'exemple, si l'on suppose que $\gamma=1/2$ et que l'entreprise dispose seulement d'un coefficient potentiel d'innovation ($d_{it}^m = 0$), la règle de détermination du coefficient de productivité en $t+1$ s'écrit :

$$A_{it+1} = \max[A_{it}; 1/2 \tilde{A}_{it} + 1/2 A_{it}]$$

Si le coefficient potentiel d'innovation est supérieur au coefficient courant, l'entreprise disposera en $t+1$ d'un coefficient égal à $1/2 \tilde{A}_{it} + 1/2 A_{it}$, s'il est inférieur au coefficient courant, elle conserve celui-ci.

La structure du modèle dynamique de base s'écrit :

structure du modèle dynamique de base

- [1] $Q_{it} = A_{it} K_{it}$
- [2] $Q_t = \sum_i Q_{it}$
- [3] $P_t = R / Q_t$
- [4] $\pi_{it} = P_t A_{it} - c_{it} - r_{it}^n - r_{it}^m$
- [5] $X_{it} = \beta X_{it-1} + (1 - \beta) \pi_{it}$
- [6] $K_{it+1} = [(1 - \delta) + \pi_{it}] K_{it}$
- [7] $K_{it} = 0 \quad \forall \tau > t$ si $[(1 - \delta) + \pi_{it}] K_{it} < \underline{K}$ ou $X_{it} < \underline{X}$
- [8a] $\Pr(d_{it}^n = 1) = \min[\alpha^n r_{it}^n K_{it}; 1]$
- [8b] $\Pr(d_{it}^m = 1) = \min[\alpha^m r_{it}^m K_{it}; 1]$
- [8c] $\tilde{A}_{it} \sim \mathcal{N}(\lambda_t; \sigma_t)$ avec $\lambda_t = \lambda_{t-1} (1 + \psi)$ et $\sigma_t = \eta \lambda_t$
- [8d] $\hat{A}_{it} \sim \{A_{jt}, \rho_{jt}\}$ avec $\rho_{jt} = \frac{K_{jt}}{K_t}$, $K_t = \sum_j K_{jt}$ et $j \neq i$
- [8] $A_{it+1} = \max[A_{it}; \gamma \max(d_{it}^n \tilde{A}_{it}; d_{it}^m \hat{A}_{it}) + (1 - \gamma) A_{it}]$

Résultats des simulations

Les résultats correspondent aux moyennes sur 50 simulations des variables essentielles des modèles : prix, production, nombre d'innovations et d'imitations, productivité moyenne de l'industrie, nombre d'entreprises et part de marché de la première entreprise. Entre parenthèses, nous donnons les écarts-types des variables sur l'ensemble des simulations. Nous utilisons également, afin de mesurer la concentration dans l'industrie,

l'indicateur de Herfindhal (H), car il possède une propriété intéressante : l'inverse de H est le nombre théorique d'entreprises de taille équivalente qui correspond à une concentration de l'industrie équivalente à H.

La démonstration en est simple. L'indicateur de Herfindhal permettant (par exemple) de mesurer la concentration du capital réparti entre N entreprises $i=1..N$ s'écrit :

$$H = \sum_{i=1}^N \left(\frac{K_i}{K} \right)^2$$

Supposons que les N entreprises sont de taille équivalente. Nous avons dès lors $K_i / K = k / K = k / Nk = 1 / N \forall i = 1..N$. L'indicateur s'écrit :

$$H = \sum_{i=1}^N \left(\frac{k}{K} \right)^2 = \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{N} \right)^2 = N \left(\frac{1}{N} \right)^2 = \frac{1}{N} \text{ et, donc, } 1/H=N$$

En plus des paramètres du modèle statique, nous introduisons les paramètres suivants : $r_{it}^n = r^n = 0,05$, $r_{im}^t = r^m = 0,02$, $\alpha^n = 0,25$, $\alpha^m = 2,5$ et $\psi = 1\%$ ou $1,5\%$.

Tableau 17 : Résultats des simulations du modèle dynamique de base

	P	Q	IMIT	INNOV	$\bar{A}$	Entreprises	EH	PDM
$\psi=1\%$								
$\gamma=1$	0,20 (0,01)	638 (16)	145 (26)	42 (7)	0,990 (0,025)	7,7 (1,5)	4,5 (1,3)	0,37 (0,13)
$\gamma=1/2$	0,21 (0,00)	619 (12)	256 (54)	64 (10)	0,963 (0,025)	3,5 (1,0)	2,2 (0,6)	0,61 (0,16)
$\psi=1,5\%$								
$\gamma=1$	0,08 (0,00)	1636 (23)	166 (26)	77 (10)	2,559 (0,038)	5,5 (1,2)	3,6 (0,9)	0,43 (0,13)
$\gamma=1/2$	0,08 (0,00)	1599 (32)	224 (39)	106 (13)	2,499 (0,037)	3,0 (0,7)	1,9 (0,6)	0,68 (0,18)

Avec IMIT : nombre d'imitations ; INNOV : nombre d'innovations ; $\bar{A}$: productivité moyenne (pondérée) ; EH : nombre d'entreprises équivalent Herfindhal ; PDM : part de marché de la première entreprise.

Le degré d'applicabilité des connaissances est égal soit à 1, soit à $1/2$. Lorsqu'il décroît, la concentration de l'industrie est plus forte (le nombre d'entreprises vivantes en fin de simulation est plus faible, la part de marché de la première entreprise est plus importante) et l'efficacité moyenne décroît (les entreprises ne peuvent exploiter pleinement le potentiel existant). Lorsque le taux de croissance de la productivité latente est plus fort, le prix en fin de simulation est logiquement plus faible, et la production globale plus

importante. Les résultats sont qualitativement identiques, que le taux de croissance soit de 1% ou de 1,5%.

§3. Introduction des fonctions d'investissement

Jusqu'à présent, nous avons considéré que les entreprises réinvestissaient l'ensemble de leurs profits. Cette hypothèse est critiquable car un accroissement du capital des entreprises les plus performantes conduit à une diminution du prix en vigueur, ce qui devrait les inciter à réduire leur investissement afin de ne pas détériorer leur taux de marge.

Nous allons maintenant considérer que l'investissement désiré par une entreprise dépend du rapport du prix à ses coûts de production et de sa part de marché. L'aptitude de l'entreprise à financer cet investissement désiré est cependant contrainte par sa profitabilité, par le rythme de dépréciation du capital et, éventuellement, par des possibilités plus ou moins grandes de financement extérieur. Ces contraintes définissent l'investissement réalisable. L'investissement effectif sera logiquement égal au plus petit de l'investissement désiré et de l'investissement réalisable, ou nul si les deux sont négatifs.

A la suite de S. Winter [1984], on introduit des fonctions d'investissement désiré qui dérivent de modèles statiques d'oligopoles en quantité (fonctions d'investissement reprises par P. Moati [1992] et T. Iosso [1993]). Bien que les fondements théoriques de ces fonctions d'investissement ne soient pas développés outre mesure par les auteurs, il nous semble important ici de les reprendre en détail. Nous expliquons dans un deuxième point comment les fonctions sont transposées dans les modèles évolutionnistes et présentons dans un troisième point les résultats des simulations.

Fondements théoriques des fonctions d'investissement

Dans les modèles que nous allons présenter ensuite, les entreprises ne réinvestissent pas l'ensemble de leurs profits, mais déterminent un investissement désiré en fonction de l'écart entre un taux de marge cible et leur taux de marge effectif. Le taux de marge cible dérive en fait d'un modèle statique d'oligopole en quantité, que nous allons maintenant développer.

La fonction de profit par unité de capital pour une entreprise i est :

$$\pi_{it} = P_t A_{it} - c_i$$

Puisque nous allons raisonner en statique, nous supprimons les indices temporels. Nous supposons également sans perte de généralité que les coûts unitaires supportés par les entreprises sont identiques. On se ramène à la fonction de profit total en multipliant chaque membre de l'équation par K_i :

$$\Pi_i = P A_i K_i - c K_i = P Q_i - \theta_i Q_i \text{ avec } \theta_i = \frac{c}{A_i}$$

θ_i est le coût supporté par l'entreprise i , qui dépend du coût de production par unité de capital et du coefficient de productivité spécifique à chaque entreprise.

On considère un marché sur lequel n entreprises (n fixé) produisent un bien homogène. Elles sont preneuses de prix et se concurrencent en quantités. Chacune maximise son profit :

$$\begin{aligned} \frac{d\Pi_i}{dQ_i} &= P + Q_i \frac{\partial P}{\partial Q_i} - \theta_i = 0 \\ \Leftrightarrow P + Q_i \frac{\partial P}{\partial Q_i} &= \theta_i \\ \Leftrightarrow P + Q_i \frac{\partial P}{\partial Q} \frac{\partial Q}{\partial Q_i} &= \theta_i \text{ avec } Q = \sum_i Q_i \\ \Leftrightarrow P \left(1 + \frac{Q_i}{Q} \frac{Q}{P} \frac{\partial P}{\partial Q} \frac{\partial Q}{\partial Q_i} \right) &= \theta_i \end{aligned}$$

Ces transformations successives permettent de faire apparaître deux termes essentiels :

$$\Rightarrow \text{la part de marché de l'entreprise } i : s_i = Q_i / Q$$

$$\Rightarrow \text{l'élasticité-prix de la demande : } \eta = - \frac{\partial Q}{\partial P} \frac{P}{Q}$$

$$\text{La relation s'écrit alors : } P \left(1 - \frac{s_i}{\eta} \frac{\partial Q}{\partial Q_i} \right) = \theta_i$$

Or, si l'on note Q_j la différence entre Q et Q_i , c'est-à-dire la production des autres entreprises, on peut écrire $\frac{\partial Q}{\partial Q_i} = \frac{\partial(Q_i + Q_j)}{\partial Q_i} = 1 + \frac{\partial Q_j}{\partial Q_i}$. L'expression $\partial Q_j / \partial Q_i$ représente la variation conjecturale, c'est-à-dire l'opinion a priori de l'entreprise i sur la réaction de ses concurrentes face à la variation de sa production. On obtient finalement :

$$P \left(1 - \frac{s_i}{\eta} \left(1 + \frac{\partial Q_j}{\partial Q_i} \right) \right) = \theta_i$$

Les fonctions retenues dans les modèles dérivent de cette relation. Le cas le plus simple correspond au modèle d'oligopole en quantités de Cournot où chaque entreprise suppose que les autres entreprises souhaitent conserver une production constante, soit $\partial Q_j / \partial Q_i = 0$. Sous cette hypothèse, on trouve :

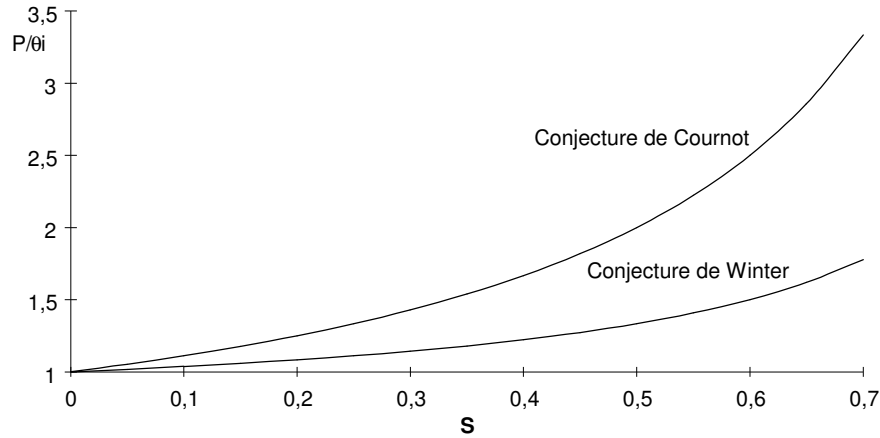
$$\frac{P}{\theta_i} = \frac{\eta}{\eta - s_i}$$

Winter retient une autre stratégie d'investissement, la réaction agrégée des autres entreprises suivant une courbe d'offre à élasticité constante égale à φ . Le taux de marge cible s'écrit alors :

$$\frac{P}{\theta_i} = \frac{\eta + (1 - s_i)\varphi}{\eta + (1 - s_i)\varphi - s_i}$$

Cette deuxième relation est plus générale, et se réduit à la première pour $\varphi=0$.

Graphique 3 : relation entre part de marché et taux de marge cible



Si l'on revient au modèle de Cournot, il est possible de faire apparaître un lien entre la rentabilité de l'industrie et le degré de concentration, mesuré par l'indice de Herfindhal H (somme des carrés des parts de marché, Cf. ci dessus). La rentabilité de l'industrie s'écrit :

$$\begin{aligned}\Pi &= \sum_i \Pi_i = \sum_i (PQ_i - \theta_i Q_i) \\ \Leftrightarrow \Pi &= PQ \sum_i \left(\frac{Q_i}{Q} - \frac{\theta_i}{P} \frac{Q_i}{Q} \right) \\ \Leftrightarrow \Pi &= PQ \sum_i s_i \left(1 - \frac{\theta_i}{P} \right)\end{aligned}$$

Sachant que $\frac{P}{\theta_i} = \frac{\eta}{\eta - s_i}$, le profit de l'industrie s'écrit $\Pi = \frac{PQ}{\eta} \sum_i s_i^2 = \frac{PQ}{\eta} H$.

De plus, la fonction de demande s'écrit dans notre modèle $Q=R/P$ avec R constant. On obtient donc :

$$\Pi = \frac{R}{\eta} H$$

Sous les hypothèses retenues, la rentabilité de l'industrie est fonction croissante du degré de concentration. Nous vérifierons la validité de cette relation dans les modèles évolutionnistes avec fonctions d'investissement que nous allons maintenant présenter.

Modélisation des fonctions d'investissement

Dans les modèles évolutionnistes, la fonction d'investissement (I_{it}) correspond à l'investissement désiré par l'entreprise (I_{it}^d), compris entre une limite inférieure de non-négativité et une limite supérieure –l'investissement réalisable (I_{it}^r). Ce dernier dépend du taux de dépréciation du capital (δ) supposé constant pour toutes les entreprises, du taux de profit et d'une possibilité de financement extérieur : les entreprises bénéficiaires disposent d'un financement égal à un multiple (F) du profit de la période. Nous avons donc :

$$[6a] I_{it} = \max[0; \min(I_{it}^d; I_{it}^r)]$$

$$[6b] I_{it}^r = \begin{cases} (\delta + F\pi_{it})K_{it} & \text{si } \pi_{it} > 0 \\ (\delta + \pi_{it})K_{it} & \text{si } \pi_{it} \leq 0 \end{cases}$$

$$[6] K_{it+1} = (1 - \delta)K_{it} + I_{it}$$

L'investissement réalisable d'une entreprise est fonction croissante de son profit. Une entreprise A plus efficiente qu'une entreprise B, réalisant donc un profit supérieur, verra son taux d'investissement réalisable croître. Les entreprises les plus efficaces auront l'opportunité (Cf. ci-après le choix effectif résultant de la forme de la fonction d'investissement désiré) d'accroître leurs stocks de capital pour la période suivante alors que les entreprises moins efficaces verront leurs stocks de capital croître moins vite voire diminuer jusqu'à, éventuellement, les forcer à sortir de l'industrie. Le financement extérieur dont dispose les entreprises bénéficiaires renforce ce mécanisme, et accélère le processus évolutionniste¹¹².

L'investissement désiré résulte de la comparaison entre le taux de marge effectif et un taux de marge cible, que l'on détermine à partir des modèles d'oligopole en quantité définis ci-dessus. Dans le cadre de notre modèle, l'élasticité-prix de la demande est supposée constante égale à 1. Le taux de marge cible correspondant à la conjecture de Cournot, s'écrit donc :

¹¹² L'hypothèse de financement extérieur est non cruciale. Nous supposons d'ailleurs dans les simulations que $F=1$, c'est-à-dire qu'il n'existe pas de financement extérieur.

$$\frac{P}{\theta_i} = \frac{1}{1 - s_i}$$

L'investissement désiré par l'entreprise s'écrit dans le modèle, compte tenu du taux de dépréciation du capital δ :

$$Id = \left(\delta + 1 - \frac{c_{it}}{(1 - s_{it})A_{it+1}P_t} \right) \frac{Q_{it}}{A_{it+1}} \text{ avec } \frac{PA_{it+1}}{c} \text{ le taux de marge effectif.}$$

En suivant la formalisation retenue par S. Winter [1984] (que nous qualifierons par la suite de "Conjecture de Winter"), on part du rapport prix sur coût suivant :

$$\frac{P}{\theta_i} = \frac{\eta + (1 - s_i)\phi}{\eta + (1 - s_i)\phi - s_i}$$

L'investissement désiré devient :

$$[6c] \text{ Id} = \left(\delta + 1 - \frac{[1 + (1 - s_{it})\phi]c_{it}}{[1 + (1 - s_{it})\phi - s_{it}]A_{it+1}P_t} \right) \frac{Q_{it}}{A_{it+1}}$$

Résultats des simulations

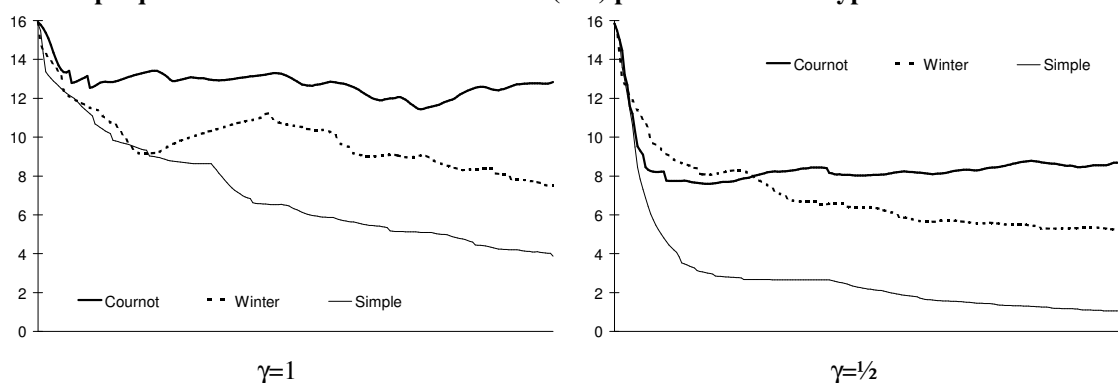
Nous présentons les résultats pour les deux formes d'investissement et pour les deux valeurs habituelles de γ . En plus des variables déjà présentées, nous avons inclus le profit moyen en fin de simulation. Logiquement, nous devrions trouver une relation positive entre le profit moyen et l'indice de Herfindhal.

Tableau 18 : Modèle dynamique avec fonction d'investissement

	P	Q	IMIT	INNOV	$\bar{A}$	$\bar{\pi}$	ENTRE- PRISES	EH	PDM
<i>Réinvestissement Total</i>									
$\gamma=1$	0,20 (0,01)	632 (23)	151 (20)	42 (7)	0,986 (0,031)	0,0305 (0,0010)	8,3 (1,6)	5,1 (1,0)	0,33 (0,07)
$\gamma=1/2$	0,21 (0,01)	613 (18)	254 (30)	68 (11)	0,951 (0,027)	0,0304 (0,0008)	4,0 (1,0)	2,4 (0,7)	0,59 (0,15)
<i>Conjecture de Cournot</i>									
$\gamma=1$	0,18 (0,01)	694 (19)	183 (19)	53 (9)	0,972 (0,026)	0,0108 (0,0016)	11,6 (1,3)	10,7 (1,1)	0,12 (0,01)
$\gamma=1/2$	0,21 (0,00)	623 (12)	349 (47)	94 (11)	0,901 (0,022)	0,0158 (0,0024)	8,9 (1,0)	8,2 (0,8)	0,16 (0,01)
<i>Conjecture de Winter</i>									
$\gamma=1$	0,17 (0,01)	733 (21)	172 (23)	48 (7)	0,988 (0,028)	0,0038 (0,0014)	9,7 (0,9)	7,5 (0,7)	0,18 (0,02)
$\gamma=1/2$	0,19 (0,00)	680 (14)	360 (50)	82 (9)	0,933 (0,018)	0,0062 (0,0017)	6,1 (1,0)	5,2 (0,6)	0,23 (0,02)

Avec IMIT : nombre d'imitations ; INNOV : nombre d'innovations ; $\bar{A}$: productivité moyenne (pondérée) ; $\bar{\pi}$: profit moyen (pondéré) ; EH : nombre d'entreprises équivalent Herfindhal ; PDM : part de marché de la première entreprise.

Graphique 4 : Evolution de la concentration (EH) pour les différents types d'investissement



Les résultats essentiels des modèles précédents sont conservés : un degré d'applicabilité des connaissances faible conduit à une moindre efficacité moyenne et à une concentration plus forte. Le profit par unité de capital croît à mesure que le degré d'applicabilité des connaissances décroît quelle que soit la forme de la fonction d'investissement retenue ; on retrouve donc le lien entre rentabilité et concentration démontré dans les modèles statiques d'oligopoles en quantité.

§4. Introduction des mécanismes d'entrée des entreprises

Afin de modéliser l'entrée des entreprises dans l'industrie, on suppose à la suite de

Winter qu'il existe dans le pays un stock de R&D extérieure d'innovation (E_n) et un stock de R&D extérieure d'imitation (E_m), c'est-à-dire que des acteurs extérieurs à l'industrie (laboratoires de recherche, agents d'autres industries, etc.) se livrent à des activités de R&D afin d'entrer dans l'industrie. A chaque période, on détermine une probabilité d'entrée innovatrice (N_t) et une probabilité d'entrée imitative (M_t) :

$$N_t = \min[\alpha_n E_n; 1] \text{ et } M_t = \min[\alpha_m E_m; 1]$$

Il ne se produit au mieux qu'une entrée innovatrice et une entrée imitative par période.

Entrée innovatrice

Lorsqu'un acteur extérieur tire une innovation, il procède au tirage d'un coefficient de productivité potentielle suivant une loi normale de moyenne égale à la productivité latente et d'écart type donné, conformément aux entreprises en place :

$$\tilde{A}_{et} \sim \mathcal{N}(\lambda^t; \sigma)$$

Là encore, il nous faut tenir compte du degré d'applicabilité des connaissances. Cependant, l'acteur extérieur ne possède pas de coefficient de productivité effectif puisque, par définition, il ne fait pas encore partie de l'industrie. On suppose alors qu'il existe dans l'économie un ensemble de compétences 'publiques' (résumées par un coefficient de productivité 'public') : il s'agit de compétences de base que les acteurs peuvent facilement mettre en œuvre. Le coefficient de productivité effectif de l'entrant potentiel sera une combinaison linéaire du coefficient tiré et du coefficient technique minimum :

$$A_{et} = \gamma \tilde{A}_{et} + (1 - \gamma) \lambda^* \text{ avec } \lambda^* = Cste$$

Si le degré d'applicabilité des connaissances est inférieur à l'unité, le coefficient effectif de l'entrant potentiel devient de moins en moins élevé relativement aux coefficients des entreprises en place à mesure que le temps passe. En effet, le coefficient de l'ensemble des compétences publiques qui nivelle le coefficient de productivité potentiel est constant alors que, pour les entreprises en place, le coefficient jouant le même rôle –à savoir leur coefficient effectif en t – s'accroît au fur et à mesure de leurs activités

de R&D. En régime routinier, les entreprises en place bénéficient des processus cumulatifs alors que les entrants ne peuvent s'appuyer que sur l'ensemble des compétences 'publiques' qui se périmise avec le temps. Inversement, sous le régime entrepreneurial ($\gamma=1$), le coefficient de productivité effectif de l'entrant innovateur est en probabilité le même que celui des entreprises innovantes en place.

Afin de décider ou non de son entrée dans l'industrie, l'entrant se livre à un calcul de rentabilité. On suppose qu'il connaît les coûts de production auxquels il devra faire face et qu'il détermine un prix anticipé –en fonction de la production de la période t et de sa production potentielle en $t+1$. il entrera dans l'industrie si :

$$P_{et}A_{et} - c_e + \varepsilon_{et} > \pi^* \text{ avec } P_{et} = \min\left[\frac{R}{Q + A_{et}K_{et}}; P_c\right], \pi^* \text{ les barrières à l'entrée et } \varepsilon_{et}$$

un terme d'erreur, l'acteur pouvant se tromper dans l'évaluation du prix, des coûts ou des barrières à l'entrée. Si son calcul l'incite à entrer dans l'industrie, il tire un montant de capital initial suivant une loi normale de moyenne K_e et d'écart type σ_{K_e} , tronqué à $K_{\min}$ à gauche.

Précisons que le calcul effectué par l'entrant ne prend en compte que des variables de la période t , en dehors de son coefficient de productivité qu'il vient de découvrir en t (et que l'on peut donc considérer comme connu en t). Il considère notamment que la production agrégée des entreprises en place sera constante de t à $t+1$. On retrouve une idée similaire pour l'investissement. Retenir une modélisation dynamique optimisatrice des décisions d'entrée ou d'investissement contredirait nos hypothèses initiales d'incertitude et de rationalité limitée.

Entrée imitative

L'entrée imitative suit une logique similaire : s'il dispose d'un droit de tirage, l'entrant potentiel procède au tirage d'un coefficient de productivité parmi l'ensemble des coefficients en œuvre dans l'économie, chacun étant pondéré par la part de capital qui l'utilise. Ce coefficient potentiel est ensuite pondéré par le coefficient de productivité 'public', compte tenu du degré d'applicabilité des connaissances en œuvre dans l'économie :

$$A_{et} = \gamma \hat{A}_{et} + (1 - \gamma)\lambda$$

Le calcul de rentabilité, la décision d'entrée et la détermination du stock de capital initial se font selon la même procédure que pour les entrées innovatives.

Naissance de l'industrie

Au début de la simulation, aucune entreprise n'est encore présente. De ce fait, le prix du produit potentiel n'existe pas encore. En suivant S. Winter [1984], on suppose qu'il existe dans l'économie un proche substitut dont le prix est P_c . Le calcul de rentabilité de la première entreprise se basera donc sur ce prix.

Jusqu'à ce que la production globale atteigne un niveau Q^* , le prix pour le produit est égal au prix plafond. Ensuite, le prix résulte de la confrontation de l'offre et de la demande. Les barrières à l'entrée sont définies comme la somme des dépenses que devra supporter l'entreprise après son entrée.

Il convient donc d'étendre la fonction d'investissement afin d'envisager les cas où $s_i=1$ ou $P=P_c$. L'investissement désiré sera alors égal au rapport entre la demande résiduelle du marché et la production de l'entreprise, rapport auquel on ajoute le taux de dépréciation du capital :

$$Id = \frac{\delta Q_{it} + R / P_c - Q_t}{A_{it+1}}$$

Tant que le prix est fixe ou que l'entreprise est en situation de monopole, la demande résiduelle s'adressant aux entreprises est égale à la différence entre la demande potentielle (exprimée par le rapport R/P_c) et l'offre de la période (Q).

Le modèle complet s'écrit finalement :

I. Bloc de base :

$$[1] Q_{it} = A_{it} K_{it}$$

$$[2] Q_t = \sum_i Q_{it}$$

$$[3] P_t = R / Q_t^{1/\varepsilon}$$

$$[4] \pi_{it} = P_t A_{it} - c_{it} - r_{it}^n - r_{it}^m$$

$$[5] X_{it} = \beta X_{it-1} + (1 - \beta) \pi_{it}$$

II. Bloc d'investissement :

$$[6a] I_{it} = \max[0; \min(I_{it}^d; I_{it}^r)]$$

$$[6b] I_{it}^r = \begin{cases} (\delta + F\pi_{it})K_{it} & \text{si } \pi_{it} > 0 \\ (\delta + \pi_{it})K_{it} & \text{si } \pi_{it} \leq 0 \end{cases}$$

$$[6c] I_{it}^d = \begin{cases} \frac{\delta Q_{it} + R / P_c - Q_t}{A_{it+1}} & \text{si } P_t = P_c \text{ ou } s_{it} = 1 \\ \left(\delta + 1 - \frac{[1 + (1 - s_{it})\phi]c_{it}}{[1 + (1 - s_{it})\phi - s_{it}]A_{it+1}P_t} \right) \frac{Q_{it}}{A_{it+1}} & \text{autrement} \end{cases}$$

$$[6a] K_{it+1} = [(1 - \delta)]K_{it} + I_{it}$$

III. Sortie des entreprises :

$$[7] K_{it} = 0 \forall \tau > t \text{ si } [(1 - \delta) + \pi_{it}]K_{it} < \underline{K} \text{ ou } X_{it} < \underline{X}$$

IV. Bloc des activités de R & D :

$$[8a] \Pr(d_{it}^n = 1) = \min[\alpha^n r_{it}^n K_{it}; 1]$$

$$[8b] \Pr(d_{it}^m = 1) = \min[\alpha^m r_{it}^m K_{it}; 1]$$

$$[8c] \tilde{A}_{it} \sim \mathcal{N}(\lambda_t; \sigma_t) \text{ avec } \lambda_t = \lambda_{t-1}(1 + \psi) \text{ et } \sigma_t = \eta \lambda_t$$

$$[8d] \hat{A}_{it} \sim \{A_{jt}, p_{jt}\} \text{ avec } p_{jt} = \frac{K_{jt}}{K_t}, K_t = \sum_j K_{jt} \text{ et } j \neq i$$

$$[8] A_{it+1} = \max[A_{it}; \gamma \max(d_{it}^n \tilde{A}_{it}; d_{it}^m \hat{A}_{it}) + (1 - \gamma)A_{it}]$$

V. Entrée des entreprises :

Entrée innovatrice

$$[9a] \Pr(N_t = 1) = \min[\alpha^n E^n; 1]$$

$$[9b] \tilde{A}_{et} \sim \mathcal{N}(\lambda_t; \sigma_t) \text{ avec } \lambda_t = \lambda_{t-1}(1 + \psi) \text{ et } \sigma_t = \eta \lambda_t$$

$$[9c] A_{et} = \gamma \tilde{A}_{et} + (1 - \gamma)\lambda^*$$

Entrée imitative

$$[9d] \Pr(M_t = 1) = \min[\alpha^m E^m; 1]$$

$$[9e] \hat{A}_{et} \sim \{A_{jt}, p_{jt}\} \text{ avec } p_{jt} = \frac{K_{jt}}{K_t}, K_t = \sum_j K_{jt}, \forall j$$

$$[9f] A_{et} = \gamma \hat{A}_{et} + (1 - \gamma)\lambda^*$$

Entrée effective

[9] entrée si : $P_{et}A_{et} - c_{et} + \varepsilon_{et} > \pi^*$

avec $\begin{cases} P_{et} = \min[R / [Q + A_{et}K_{et}]; P_c] \\ K_{et} \sim \mathcal{N}(K_e; \sigma_{K_e}) \end{cases}$

Résultats des simulations

Nous présentons les résultats des simulations, en introduisant de nouvelles variables : la première colonne reprend le nombre d'entreprises total sur l'ensemble de la simulation ; la deuxième colonne reprend le nombre d'entreprises non sorties en fin de simulation ; la colonne intitulée "% milieu" donne le pourcentage d'entreprises entrées dans l'industrie à mi-parcours ; les deux dernières colonnes donnent le nombre d'entrées imitatives et le nombre d'entrées innovatives.

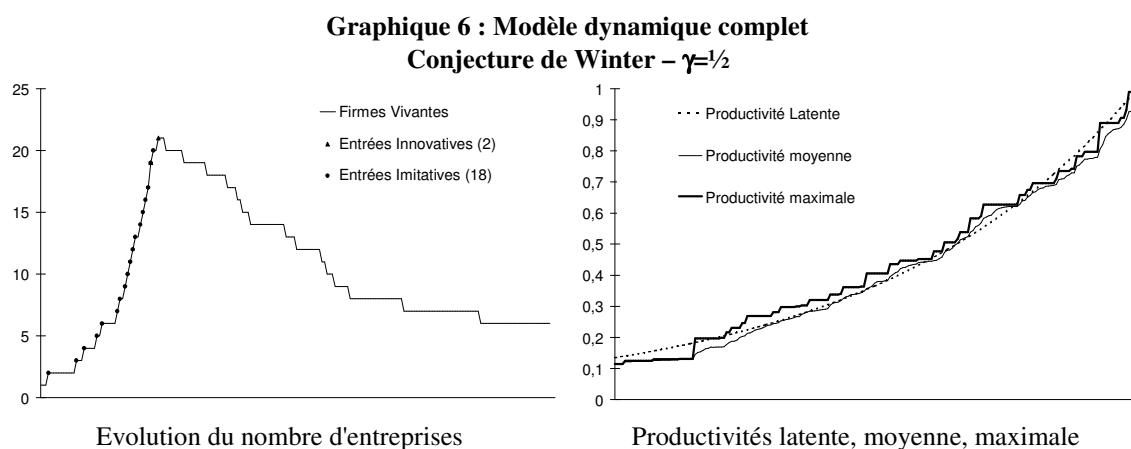
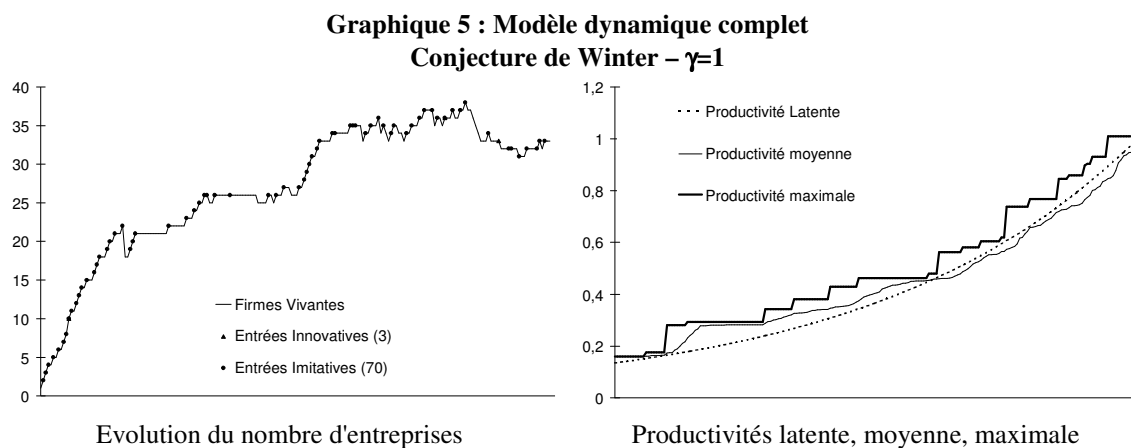
Tableau 19 : Modèle dynamique avec entrée des entreprises

	Entre- prises Totales	Entre- prises (fin)	$\bar{A}$	$\bar{\pi}$	EH	% milieu	Imit.	Innov.	entrées imit.	entrées innov.
<i>Conjecture de Cournot</i>										
$\gamma = 1$	67,6 (7,3)	30,6 (2,9)	0,922 (0,022)	-0,0034 (0,0034)	24,7 (2,8)	0,53 (0,05)	214 (24)	74 (8)	60,8 (7,1)	5,8 (2,2)
$\gamma = 1/2$	15,5 (2,9)	8,6 (1,0)	0,909 (0,024)	0,0146 (0,0031)	8,0 (0,8)	1,00 (0,01)	286 (34)	96 (12)	12,3 (2,9)	2,2 (1,5)
<i>Conjecture de Winter</i>										
$\gamma = 1$	56,6 (8,9)	24,5 (1,7)	0,930 (0,024)	-0,0032 (0,0027)	15,1 (2,6)	0,48 (0,12)	193 (34)	60 (12)	51,3 (8,5)	4,4 (1,7)
$\gamma = 1/2$	14,1 (4,1)	5,2 (0,8)	0,937 (0,015)	0,0067 (0,0023)	4,8 (0,6)	1,00 (0,00)	285 (47)	79 (13)	11,6 (4,1)	1,5 (1,2)

On retrouve là encore des résultats conformes aux précédents, mais nous avons gagné en pertinence avec l'introduction des mécanismes d'entrées des entreprises. On remarque, résultat logique, que le pourcentage d'entreprises entrées à mi-parcours augmente quand le degré d'applicabilité des connaissances diminue : sous la conjecture de Winter, il passe de 48% en régime entrepreneurial à 100% en régime routinier. Dans le premier cas, la probabilité d'entrée d'une entreprise est répartie sur l'ensemble de la simulation alors que dans le second cas, l'influence du coefficient de productivité "public" pénalise de plus en plus l'entrée d'entreprises nouvelles à mesure que le temps passe. Ce résultat est confirmé par le nombre d'entrées imitatives et innovatives qui décroît avec le degré d'applicabilité.

Le graphique 5 et le graphique 6 reprennent l'évolution de certaines des variables au cours d'une simulation 'type'. Le premier correspond à une industrie en régime entrepreneurial, le deuxième à une industrie en régime routinier.

La partie gauche du graphique reprend l'évolution du nombre de firmes vivantes, du nombre d'entrées imitatives et du nombre d'entrées innovatives. La partie droite reprend l'évolution des productivités latente, moyenne et maximale.



En régime entrepreneurial, on constate que se produisent tout au long du processus des entrées innovatives et des entrées imitatives. Compte tenu des valeurs des paramètres, les entrées imitatives sont logiquement plus nombreuses. En régime routinier, au contraire, les entrées ne surviennent qu'en début de simulation, après quoi la logique cumulative à l'œuvre interdit les entrées et condamne à la sortie un nombre important d'entreprises.

On remarque également qu'en régime routinier, les trois productivités sont plus proches, et l'évolution est moins heurtée : ceci s'explique par l'influence des compé-

tences présentes sur les compétences nouvelles, les premières nivelant le potentiel des dernières. A l'inverse, en régime entrepreneurial, l'évolution est plus heurtée, chaque découverte pouvant être pleinement utilisée.

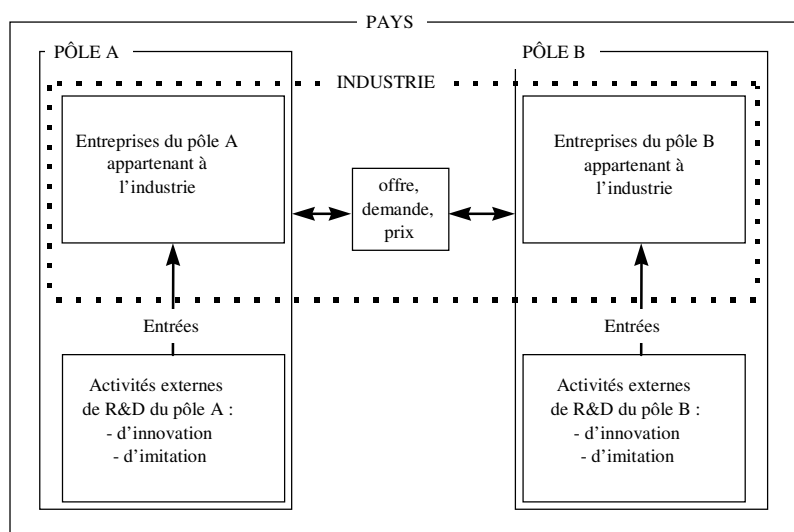
Au fur et à mesure de ces améliorations progressives du modèle, nous sommes parvenus à formaliser l'évolution de l'industrie d'un bien quelconque. Nous avons montré l'influence du régime technologique sur l'évolution de l'industrie, un régime routinier conduisant à une concentration industrielle forte de l'activité, un régime entrepreneurial interdisant une telle concentration. L'enjeu est maintenant d'évaluer l'impact de ces évolutions sur les performances des espaces.

Section II. Modèles spatialisés

Le modèle développé dans la section précédente ne nous renseigne pas sur l'évolution relative des performances des espaces. Pour tenter d'en tirer des implications sur les espaces, il convient de procéder à sa spatialisation. Le principe général de spatialisation sur lequel nous allons nous appuyer s'inspire du modèle de P. Moati [1992] : on suppose simplement qu'il existe deux espaces, ou, de manière plus pertinente deux pôles A et B distincts, au sein desquels se déroulent des activités externes de R&D. Lorsqu'une entreprise entre dans l'industrie en s'appuyant sur l'activité externe de R&D du pôle A (respectivement du pôle B), on suppose qu'elle se localise de manière irréversible en A (en B).

On suppose par contre que le marché du bien est global : la demande s'adresse à l'ensemble des entreprises et la confrontation de l'offre globale à la demande globale permet de déterminer un prix unique. Les coûts de transports sont supposés nuls. On suppose enfin que les paramètres qui définissent les activités externes de R&D sont identiques en A et en B, si bien qu'en début de processus les pôles sont rigoureusement identiques. On peut résumer ces hypothèses par le schéma suivant :

Figure 11 : Schéma de spatialisation du modèle



Par rapport au modèle a-spatial, la seule modification tient à l'hypothèse que le stock externe de R&D se répartit de manière équitable entre les différents pôles.

Sur cette base, deux hypothèses ‘polaires’ sont envisagées sur la dimension spatiale des activités de R&D :

- i) Dans un premier cas, à la suite de P. Moati [1992], on suppose que les entreprises d’un pôle ne peuvent imiter que les entreprises appartenant au même pôle. De même, pour ce qui est des entrées imitatives, l’entrant potentiel issu d’un pôle ne peut imiter que les entreprises appartenant à ce même pôle. En d’autres termes, il s’agit d’une hypothèse de localisation totale de l’activité d’imitation,
- ii) A l’opposé, dans un deuxième cas, on suppose que l’activité d’imitation est globale, chaque entreprise ou chaque entrant potentiel pouvant imiter une entreprise quelconque d’un espace quelconque.

La première hypothèse est assez semblable à l’hypothèse d’externalité technologique locale posée dans certains modèles de croissance endogène, même si nous verrons que le processus évolutionniste peut réduire, dans certaines configurations, les possibilités d’imitations locales. Pour reprendre une autre terminologie (P. Moati & E. Mouhoud [1995]), supposer que l’imitation ne peut se faire que localement, c’est supposer que les connaissances imitables sont des connaissances standards et tacites : selon ces auteurs, les connaissances standards, qui s’opposent aux connaissances idiosyncratiques, « sont en quelque sorte des attributs des territoires, aisément accessibles à l’ensemble des entreprises qui y sont localisées » (p. 22). Si elles sont de plus tacites, seule l’appartenance au territoire permet de les mobiliser. Nous reviendrons plus longuement sur ces notions dans le cinquième chapitre, pour discuter de leur portée effective.

Formellement, seules les relations [8d] et [9e] relatives au tirage du coefficient potentiel résultant de l’activité d’imitation d’une entreprise en place ou d’un éventuel entrant sont modifiées et s’écrivent maintenant, d’abord pour l’entreprise imitatrice :

$$[8d]' \hat{A}_{it} \sim \left\{ A_{jt}, \rho_{jt} \right\} \text{ avec } \rho_{jt} = \rho \frac{K_{jt}}{K_t}, K_t = \sum_j \rho K_{jt} \text{ et } j \neq i$$

Et pour l’entrée imitative :

$$[9e]' \hat{A}_{et} \sim \left\{ A_{jt}, \rho_{jt} \right\} \text{ avec } \rho_{jt} = \rho \frac{K_{jt}}{K_t}, K_t = \sum_j \rho K_{jt}, \forall j$$

ρ est le degré de localisation de l'activité d'imitation. Si ρ est égal à 1 quelle que soit la localisation des entreprises, on est dans le cas d'imitations globales, si ρ est égal à 0 pour les entreprises n'appartenant pas au pôle de l'entreprise ou de l'entrant imitateur, on est dans le cas d'imitations locales. En notant Z_i la région d'appartenance de l'entreprise i , l'hypothèse d'imitations locales s'écrit formellement :

$$\begin{cases} \rho = 1 \text{ si } Z_i = Z_j \\ \rho = 0 \text{ si } Z_i \neq Z_j \end{cases}$$

L'hypothèse d'imitations globales s'écrit plus simplement :

$$\rho = 1 \forall Z_i, Z_j$$

Ces hypothèses sur l'activité d'imitation peuvent être facilement combinées à des hypothèses proches concernant l'activité d'innovation : on peut par exemple considérer que la moyenne de la loi de probabilité à partir de laquelle sont définies les coefficients potentiels d'innovation des entreprises en place ou des entrants est fonction non seulement de la productivité latente mais aussi de la productivité moyenne des entreprises du pôle.

Les relations [8c] et [9c] sont alors modifiées comme suit :

$$\tilde{A}_{it} \sim \mathcal{N} \left(\lambda_t \left[1 + \rho \frac{\bar{A}_{Z_{it}}}{\bar{A}_t} \right]; \sigma_t \right) \text{ avec } \begin{cases} \lambda_t = \lambda_{t-1} (1 + \psi) \\ \sigma_t = \eta \lambda_t \left[1 + \rho \frac{\bar{A}_{Z_{it}}}{\bar{A}_t} \right] \end{cases}$$

$\bar{A}_{Z_{it}}$ est la productivité moyenne des entreprises appartenant au pôle Z_i et $\bar{A}_t$ la productivité moyenne globale. La combinaison de ces hypothèses sur l'activité d'imitation et sur l'activité d'innovation peut être qualifiée d'hypothèse de R&D « locale », bien que l'activité d'innovation ne soit pas totalement localisée puisque le tirage dépend de la productivité latente qui est identique pour tous les pôles. Les résultats des simulations présentées plus bas sont qualitativement identiques, que la localisation concerne seule-

ment les activités d'imitation ou qu'elle concerne l'ensemble des activités de R&D. De ce fait, nous nous limiterons par la suite à l'hypothèse d'imitations locales afin d'alléger l'écriture des modèles, l'extension aux innovations ne posant pas de problème particulier.

§1. L'évolution d'une industrie (configuration I)

Dans ce premier point, nous allons analyser la configuration I de notre typologie, qui correspond à une logique de spécialisation fixe. L'objectif est de montrer que, même dans ce cas simple, où toutes les entreprises s'appuient sur un ensemble de compétences semblables et où les possibilités de diversification ne sont pas prises en compte, l'évolution relative des performances des espaces peut emprunter des voies sensiblement différentes.

La démarche suivie est relativement simple, puisqu'elle consiste à croiser les hypothèses sur le degré d'applicabilité des connaissances ($\gamma = 1$ ou $\gamma = 1/2$) et sur le degré de localisation des activités de R&D ($\rho = 1$ ou $\rho = 0$). Nous obtenons alors quatre situations de base à tester :

Tableau 20 : Les quatre situations polaires

	$\rho = 1$	$\rho = 0$
$\gamma = 1$	Régime Entrepreneurial Global (REG)	Régime Entrepreneurial Local (REL)
$\gamma = 1/2$	Régime Routinier Global (RRG)	Régime Routinier Local (RRL)

Nous présentons dans un premier temps le tableau des résultats des simulations, puis un ensemble de graphiques reprenant l'évolution de certaines variables de l'industrie au cours d'une simulation type. Le tableau 21 reprend les valeurs moyennes en fin de simulation de six variables : NBF1 et NBF2 sont le nombre total d'entreprises appartenant respectivement au pôle 1 et au pôle 2 ; NBFV1 et NBFV2 le nombre d'entreprises vivantes en fin de simulation pour chaque pôle ; A1/A2 est le rapport des productivités moyennes des deux pôles et Q1/Q est la production du pôle 1 rapportée à la production globale, c'est-à-dire la 'part de marché' du pôle 1. Pour que des résultats moyens aient un sens, nous avons considéré que le pôle 1 est celui qui détient en fin de simulation la part de marché la plus élevée.

Tableau 21 : résultats des simulations

	NBF1	NBF2	NBFV1	NBFV2	A1/A2	Q1/Q
REG	57,8 (6,3)	57,2 (6,1)	17,8 (2,7)	17,8 (3,5)	1,020 (0,029)	0,57 (0,05)
RRG	14,7 (2,4)	16,2 (2,8)	2,8 (1,1)	2,1 (1,0)	1,008 (0,028)	0,65 (0,10)
REL	62,4 (5,5)	51,1 (9,4)	20,8 (2,7)	13,6 (4,2)	1,000 (0,040)	0,63 (0,10)
RRL	16,3 (2,7)	14,3 (4,4)	4,3 (1,8)	0,6 (1,3)	- -	1,00 (0,01)

Le résultat le plus remarquable des simulations est le phénomène de concentration spatiale totale qui se produit sous un régime routinier local : la part de marché du pôle 1 est en moyenne égal à 100%. Plus précisément, elle n'atteignait pas 100% dans seulement 2 simulations sur les 50 effectuées, mais dépassait alors 96%, la poursuite sur quelques périodes supplémentaires du processus aurait conduit à une part de 100%. A l'inverse, c'est sous un régime entrepreneurial global que la concentration est la moins élevée, le développement des pôles pouvant être qualifié d'équilibré. Les deux autres configurations font apparaître des parts de marché intermédiaires, qui semblent correspondre à une concentration partielle de l'activité. Nous verrons avec les graphiques retraçant l'évolution de l'industrie qu'elles correspondent à deux logiques radicalement différentes.

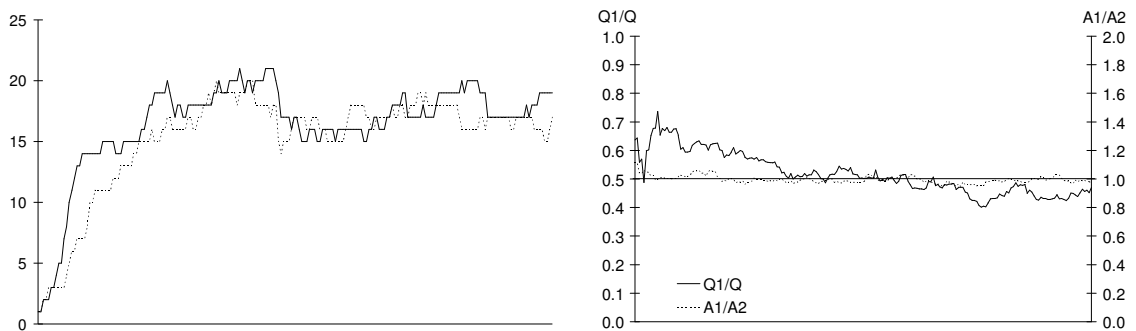
Le nombre total d'entreprises et le nombre d'entreprises vivantes sont sans surprise, puisque l'on retrouve les résultats des modèles a-spatiaux : en régime entrepreneurial, le nombre d'entreprises est plus important puisque des entrées surviennent tout au long de la simulation ; en régime routinier, au contraire, les entrées ne sont possibles qu'en début de processus et le caractère cumulatif des activités de R&D favorise un sous-ensemble plus restreint d'entreprises en place.

Les résultats des tableaux sont ensuite complétés par un ensemble de graphiques qui reprennent l'évolution de l'industrie et des espaces au cours d'une simulation. Les tableaux ne donnent en effet qu'une image figée de l'industrie à un moment donné, et ne permettent pas de saisir toujours la logique qualitative à l'œuvre.

Les graphiques se décomposent en deux parties : à gauche figure un premier graphique qui reprend l'évolution du nombre d'entreprises vivantes au cours de la simulation pour chaque pôle ; à droite figure un second graphique qui reprend d'une part l'évolution du

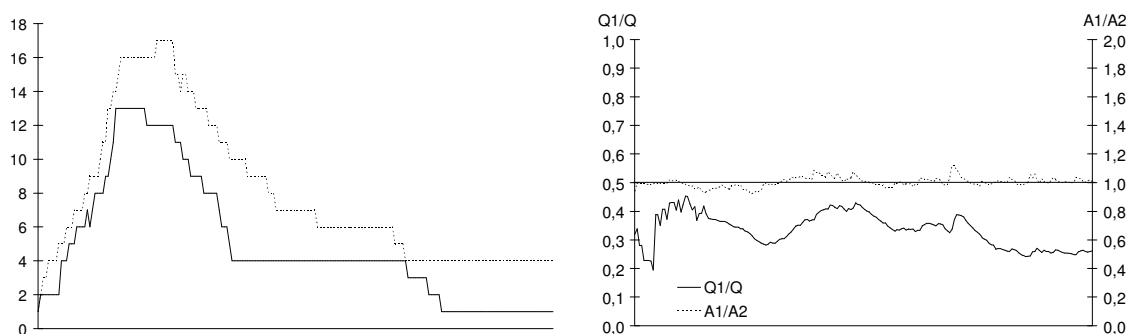
rapport des productivités et d'autre part l'évolution de la part de marché du pôle 1. La ligne horizontale de ce second graphique permet de repérer facilement les lieux 'd'équilibre' : cette ligne correspond en effet à un rapport des productivités de 1 et à une part de marché du pôle 1 de 50%. Plus les évolutions des rapports de productivité et de la part de marché sont proches de cette ligne et plus le développement de l'industrie est équilibré. Le graphique 7 reprend l'évolution de l'industrie sous un régime entrepreneurial global.

**Graphique 7 : Modèle spatialisé
Régime Entrepreneurial – R&D globale**



Le nombre d'entreprises vivantes évolue de manière semblable dans les deux pôles, les différences tenant bien sûr au caractère incertain des entrées et des sorties, qui dépendent directement ou indirectement des activités de R&D. Le rapport des productivités et la part de marché du pôle 1 sont caractéristiques d'un développement équilibré. Même si l'un des pôles peut prendre l'avantage sur l'autre pôle, cet avantage ne sera que relativement faible et temporaire.

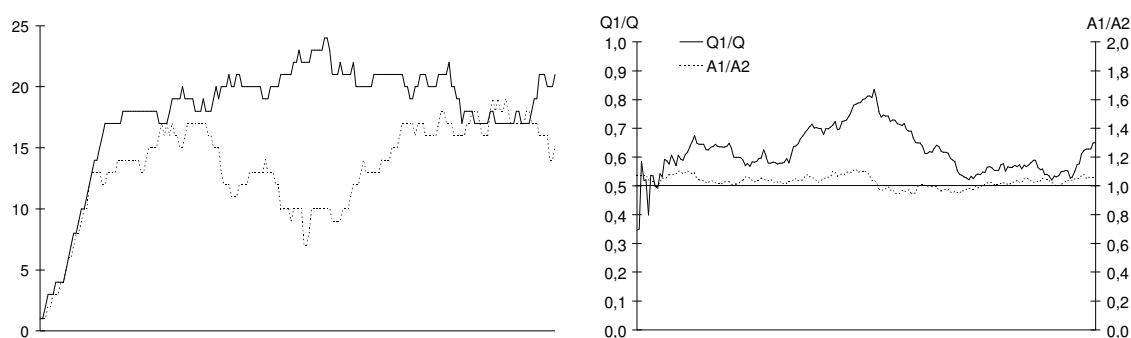
**Graphique 8 : Modèle spatialisé
Régime routinier – R&D globale**



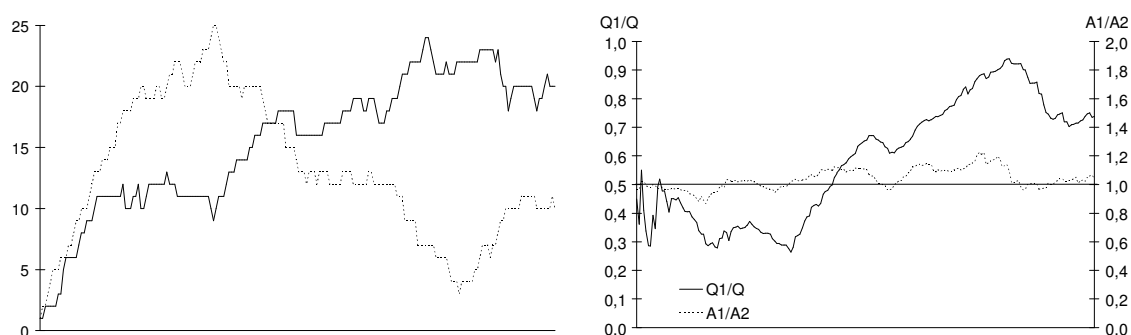
En régime routinier global (graphique 8), le nombre d'entreprises s'accroît en début de

simulation puis décroît au fur et à mesure du processus. Le caractère cumulatif de l'accroissement des compétences pénalise les entrants potentiels jusqu'à interdire toute entrée effective, un nombre restreint d'entreprises entrées de manière précoce dominant l'industrie. Le rapport des productivités oscille autour de 1, aucun pôle ne se forgeant d'avantage de productivité sur l'autre pôle. La part de marché du pôle dominant peut cependant s'éloigner durablement de 50%, cette concentration partielle obéissant plus à une logique de concentration industrielle qu'à une logique de concentration spatiale : le caractère aléatoire des activités de R&D peut conférer à certaines entreprises d'un des pôles un avantage que les entreprises de l'autre pôle ne parviennent à imiter complètement, même si aucun mécanisme spatial n'entre en jeu. Dit autrement, l'oligopolisation de l'industrie peut avantager aléatoirement l'un des deux pôles, sans que l'on assiste à une concentration totale de l'industrie.

**Graphique 9 : Modèle spatialisé
Régime entrepreneurial – R&D 'locale'**



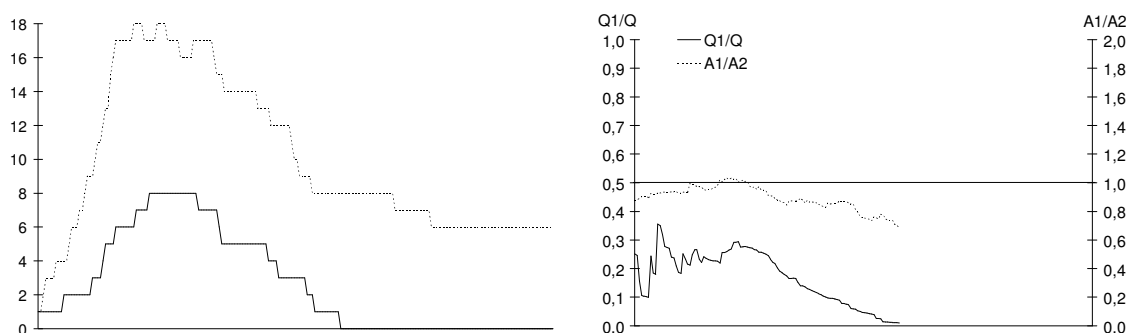
**Graphique 10 : Modèle spatialisé
Régime entrepreneurial – Imitations locales**



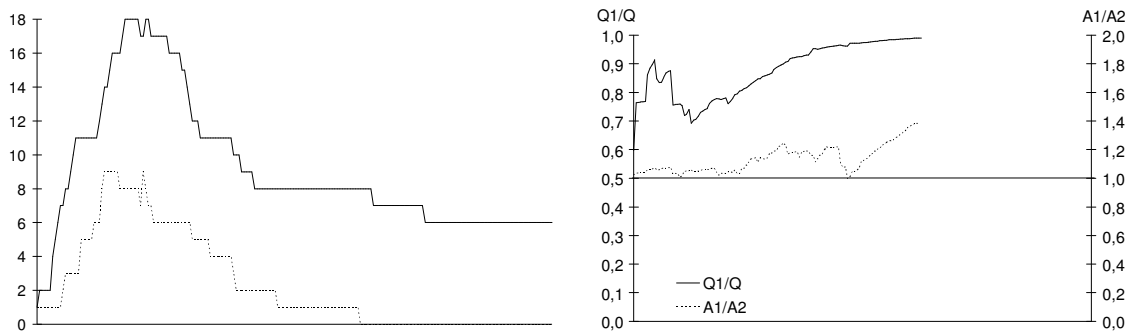
Le graphique 9 et le graphique 10 reprennent l'évolution d'une industrie en régime entrepreneurial avec R&D 'locale' (graphique 9), ou seulement imitations locales (gra-

phique 10). Dans un cas comme dans l'autre, on assiste à un cycle de spécialisation des pôles : l'activité de l'industrie se concentre dans un pôle mais après un temps assez important, l'activité se concentre dans l'autre pôle. L'explication de cette évolution cyclique repose essentiellement sur l'influence du nombre d'entreprises de chaque pôle sur les activités d'imitation (P. Moati [1992]) : la diffusion des innovations par le biais de l'activité d'imitation est d'autant plus rapide que le nombre d'entreprises est faible. Lorsque le nombre d'entreprises d'un pôle est élevé, la réussite dans l'activité d'imitation, c'est-à-dire la probabilité de tirer un coefficient de productivité élevé, est plus aléatoire puisque chaque entreprise dispose d'une part de marché relativement faible. A l'inverse, lorsque le nombre d'entreprises d'un pôle est faible, la probabilité de tirer un coefficient élevé est plus importante et les innovations efficaces vont se diffuser plus rapidement. De plus, la sortie progressive des entreprises les moins performantes du pôle dominé conduit à l'accroissement de la productivité moyenne de ce pôle. Dans le modèle avec R&D locale, ceci accroît la moyenne de la loi de probabilité dans laquelle sont tirés les coefficients potentiels d'innovation et garantit, en probabilité, un meilleur tirage.

**Graphique 11 : Modèle spatialisé
Régime routinier – R&D 'locale'**



**Graphique 12 : Modèle spatialisé
Régime routinier – Imitations locales**



Le graphique 11 et le graphique 12 reprennent l'évolution d'une industrie en régime routinier local. Dans les deux cas, on assiste à une concentration totale de l'activité dans l'un des deux pôles. La logique est assez simple : si l'un des pôles se forge un avantage en début de processus, cet avantage va avoir tendance à se cumuler et se propager au sein du pôle, les entreprises de l'autre pôle ne pouvant en bénéficier. La concentration industrielle de l'activité se couple à une concentration spatiale, et l'on assiste à un développement fortement inégal.

Ces différentes simulations, qui s'insèrent toutes dans la configuration I définie précédemment, nous permettent de saisir la diversité des modes d'évolution de l'industrie :

Tableau 22 : la diversité des modes d'évolution d'une industrie (configuration I)

	Imitations globales ($\rho=1$)	Imitations locales ($\rho=0$)
Régime entrepreneurial ($\gamma=1$)	Développement « équilibré »	Développement « équilibré » (logique de cycles de spécialisation)
Régime routinier ($\gamma=1/2$)	Développement faiblement « inégal » (logique de concentration industrielle)	Développement fortement « inégal » (logique de concentration industrielle et spatiale)

On s'aperçoit à la lecture de ce tableau que la simple variation des deux paramètres du modèle permet d'obtenir des évolutions contrastées des performances relatives des espaces. La situation la plus intéressante est sans doute celle du régime routinier local : on s'aperçoit en effet que deux pôles dont les caractéristiques macro-économiques sont rigoureusement identiques (ce qui résume bien la situation des pays et régions développées) peuvent connaître une divergence forte de leurs niveaux de performance dans une

industrie particulière. L'hétérogénéité micro-économique et la logique cumulative d'évolution des compétences suffisent à induire une hétérogénéité forte des performances.

On notera que l'hypothèse de R&D locale peut être nuancée sans que les résultats soient profondément altérés : on pourrait en effet supposer que le degré de localisation évolue d'une situation initiale où la localisation de la R&D est totale ($\rho=0$) vers une situation finale où l'activité de R&D est globale ($\rho=1$). Par exemple, nous pourrions supposer simplement que l'évolution de ρ suit une courbe logistique, dont l'équation en temps discret s'écrit :

$$\rho_{t+1} = \rho_t + \varphi_{\rho} \frac{\rho_{\max} - \rho_t}{\rho_{\max} - \rho_{\min}} (\rho_t - \rho_{\min})$$

avec $\rho_{\max}=1$ et $\rho_{\min}=0$ et φ_{ρ} la vitesse d'accroissement de ρ . Cette modification de la modélisation ne correspond pas à un raffinement de détail. Elle permet de dégager la proposition suivante : si la routinisation de l'activité est suffisamment rapide alors on assiste à une concentration spatiale de l'industrie même si, après un certain laps de temps, les imitations sont globales. En d'autres termes, il n'est pas nécessaire de supposer que les imitations sont toujours locales pour assister à un verrouillage de l'industrie dans un des deux espaces (lock-in spatial). Une fois que la logique cumulative interdit l'entrée de nouvelles entreprises, il est clair, en effet, que l'espace dominant ne pourra être rejoint, car même si les connaissances circulent dans les deux espaces, les compétences nécessaires à leur exploitation sont localisées dans les entreprises en place et non transmissibles à de nouveaux acteurs.

Cette variation du modèle rejoint, on l'aura compris, les modèles de lock-in proposés par B. Arthur [1988, 1989]. Elle démontre l'importance des premiers moments de l'évolution d'une industrie et, dans le même temps, les limites des théories du rattrapage qui basent la convergence des performances sur la diffusion des connaissances à travers l'espace. Si une exploitation économiquement efficace des connaissances suppose la compétence, alors leur simple diffusion ne permet pas la convergence.

§2. L'évolution d'un ensemble d'industries indépen-

dantes (configuration IV)

Les implications de notre modèle ne concerne jusqu'à présent que l'évolution relative de l'industrie d'un bien donné. L'apport de la modélisation peut cependant être étendu si l'on suppose que chaque espace est composé d'un nombre croissant d'industries dont l'évolution est conforme à la logique de notre modèle. A ce stade du développement, nous supposons que ces industries sont indépendantes, et qu'elles reposent sur des ensembles indépendants de compétences, c'est-à-dire que nous nous situons dans la configuration IV de notre typologie. Cette hypothèse est contestable, tant nous avons vu que la logique de division du travail implique une interdépendance forte des activités. Pour réductrice qu'elle soit, cette hypothèse va cependant nous permettre d'avancer quelques propositions intéressantes sur l'évolution des performances des économies dans leur ensemble ; nous reviendrons ultérieurement sur les implications des interdépendances.

Comme précédemment, on suppose que les deux espaces considérés ont des caractéristiques macro-économiques rigoureusement identiques. On peut supposer également que certaines industries évolueront sous un régime entrepreneurial, d'autres sous un régime routinier, que les activités de R&D seront dans certains cas localisées, et non localisées dans d'autre cas. Notre objectif étant d'analyser la productivité agrégée, nous allons réduire l'analyse au cas où il n'existe que des industries fonctionnant en régime routinier et pour lesquelles les activités de R&D sont locales –autrement dit les industries qui conduisent à une concentration totale de l'activité– puisque ce sont ces industries qui sont susceptibles de différencier le plus les performances des espaces. La prise en compte des autres modes d'évolution ne modifie en rien les conclusions auxquelles nous allons aboutir.

La productivité agrégée d'un espace est la moyenne des productivités sectorielles pondérées par le poids du secteur dans l'ensemble des activités. L'évolution de la productivité va donc dépendre de l'évolution du poids des secteurs et de l'évolution des productivités sectorielles.

Dans notre modèle, la productivité latente guide l'évolution de la productivité sectorielle. L'évolution de la productivité latente agit comme une force de rappel, et même si la productivité moyenne au sein d'une industrie ne lui est pas rigoureusement égale, elle

oscille autour de la productivité latente. Cette hypothèse peut être facilement levée, mais nous allons supposer dans un premier temps que les productivités sectorielles sont toutes guidées par la productivité latente, hypothèse logique puisque celle-ci résume le potentiel *macro-économique* des espaces. Nous allons supposer également que le niveau de la demande s'adressant aux différents produits est le même : le poids de chaque industrie dans l'ensemble est donc identique. Ces deux hypothèses sont non cruciales pour nos conclusions, et nous les lèverons ensuite.

Le point essentiel est ailleurs : compte tenu de la logique du modèle, si l'on peut affirmer qu'un espace concentrera l'ensemble de la production d'une industrie donnée, on ne peut prédire quel espace ce sera, chacun disposant d'une probabilité égale de concentrer l'activité. Nous pouvons alors annoncer la proposition suivante : si le nombre de secteurs est suffisamment grand –de telle sorte que la loi des grands nombres s'applique– alors, compte tenu de l'équiprobabilité de la concentration des industries dans tel ou tel espace, la productivité agrégée des deux pays ou régions sera sensiblement la même, et, dans le même temps, compte tenu de la logique de développement inégal propre à chaque industrie, les productivités sectorielles seront divergentes. À terme, chaque espace concentrera totalement un sous-ensemble des activités. Cette proposition permettrait d'expliquer la tendance observée à la convergence globale sous-tendue par une divergence sectorielle des performances des économies développées.

Comme nous l'avons dit, la réintroduction des industries fonctionnant selon nos autres hypothèses ne modifie pas la conclusion sur la productivité agrégée puisque d'une part la concentration à laquelle elles conduisent est soit nulle, soit plus faible qu'en régime routinier local, et que, d'autre part, l'argument d'équiprobabilité des localisations des industries s'applique également.

Plus important encore : on peut poser l'hypothèse que le poids des secteurs diffère, et que chaque secteur a une productivité latente spécifique sans que nos conclusions soient altérées. Si les poids des secteurs et les gains potentiels de productivité sont normalement distribués, la loi des grands nombres va conduire à la compensation des effets. Chaque espace va concentrer un ensemble « équilibré » d'industries, certaines ayant un poids relativement plus important, d'autres un poids moins important, certaines vont voir leur niveau de productivité croître relativement plus fortement (taux de croissance

de la productivité latente inférieur), d'autres relativement moins fortement (taux de croissance de la productivité latente supérieur). Si les distributions des poids ou des taux de croissance des productivités latentes ne sont pas 'normales', on peut par contre assister à une divergence agrégée. A titre d'exemple, si un secteur voit son poids dans l'économie devenir très important, il est clair que la concentration spatiale de ce secteur influencera fortement la productivité agrégée des deux espaces et peut conduire à une divergence agrégée des performances. On retrouve donc un argument d'inspiration kaldorienne, puisque la correspondance entre la structure de spécialisation des espaces et l'évolution des demandes adressées aux différents secteurs sera déterminante dans l'évolution relative des performances agrégées des espaces.

Il convient bien sûr de s'interroger sur la pertinence économique des mécanismes statistiques avancés. En fait, l'hypothèse implicite de notre raisonnement est que les individus ne sont pas en mesure de connaître, à l'avance, le poids que chaque industrie occupera dans l'économie, ni le taux de croissance de la productivité latente attachée à chaque industrie. Cette hypothèse implicite s'insère de manière pertinente, nous semble-t-il, dans notre schéma d'analyse puisqu'elle correspond à l'hypothèse d'une incertitude radicale et d'une asymétrie forte parmi les acteurs sur la valeur économique attendue d'une innovation. Si, en début de processus, on considère que les niveaux futurs de la demande et de la productivité latente sont radicalement incertains, on peut supposer que les tentatives d'entrées se répartiront de manière équiprobable entre les différentes industries qui apparaissent, l'hétérogénéité des choix résultant simplement de l'hétérogénéité des anticipations des acteurs. Au fur et à mesure du développement de l'économie, certaines industries vont voir leur poids et leur productivité augmenter plus fortement que d'autres. On pourrait considérer que les acteurs sont alors incités à s'engager dans les activités pour lesquelles le niveau de la demande ou la productivité latente ont augmenté le plus fortement (si l'incertitude et l'asymétrie des anticipations diminuent au fur et à mesure des évolutions effectives des industries), mais si la routinisation des activités est suffisamment rapide, alors de telles entrées ne seront plus possibles (les industries sont « verrouillées »).

On nous objectera que dans le cadre précis de notre modèle, le niveau de la demande et le taux de croissance de la productivité latente sont fixés dès le début du processus, mais

il s'agit là de contraintes de modélisation permettant d'alléger l'écriture, plus que d'hypothèses cruciales. En effet, ni le taux de croissance de la productivité latente, ni le niveau de la demande n'influent sur les décisions d'entrées ni sur la logique d'évolution de l'industrie, et l'on peut donc supposer qu'il s'agit d'éléments connus du modélisateur mais inconnus des entrants potentiels. Reconnaissons cependant que la formalisation plus précise de ces éléments serait un premier prolongement possible de notre travail¹¹³.

Pour finir, signalons que cette argumentation, bien que débouchant sur une proposition qui nous semble intéressante, souffre d'une limite importante : si l'on suppose que des activités apparaissent régulièrement, et remplacent progressivement les anciennes, la spécialisation des deux espaces va bien sûr évoluer. Cependant, parce que les industries sont supposées rigoureusement indépendantes, l'évolution de la spécialisation est rigoureusement aléatoire, il n'y a pas de cohérence dans l'évolution des spécialisations. Cette implication est bien sûr sujette à caution, et nous verrons que des conclusions plus robustes peuvent être avancées lorsque nous analyserons la logique de diversification cohérente des économies.

§3. Retournement (1) : la rupture technologique (configuration III)

Nous avons analysé dans les points précédents l'évolution de l'industrie d'un bien donné, la production de ce bien s'appuyant sur un ensemble de compétences semblables. Nous allons maintenant supposer l'existence de plusieurs ensembles de compétences à partir desquels sont produits un même bien, c'est-à-dire que nous nous situons dans la configuration III de notre typologie. Il convient pour cela de réviser la modélisation, avant de présenter les résultats des simulations qui permettent de fournir une première explication de retournement spatial, imputable à des ruptures technologiques.

Un modèle à plusieurs compétences

On suppose qu'il existe plusieurs ensembles de compétences $l=1..L$, chacun étant caractérisé par sa productivité latente λ_{lt} , le taux de croissance de sa productivité latente

¹¹³ E. Andersen [1996] propose une variation du modèle de R. Nelson & S. Winter [1982] en introduisant une demande évolutive (courbe logistique).

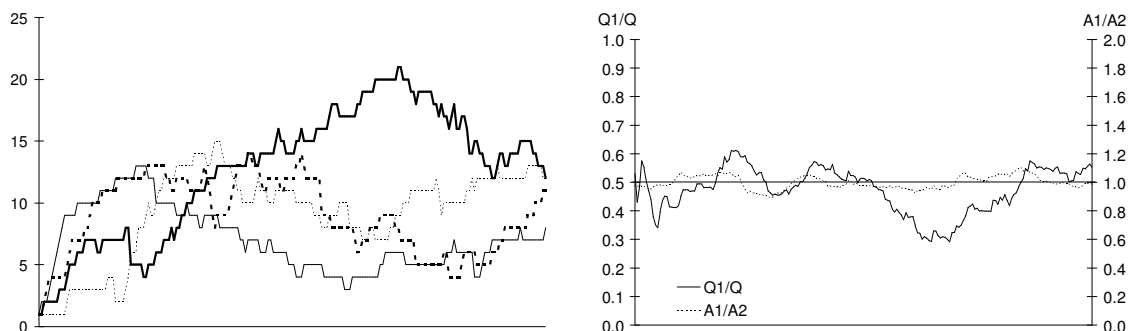
ψ_l , par la productivité de sa base publique de connaissances λ_l^* et par son degré d'applicabilité γ_l . L'hypothèse fondamentale que l'on pose est que les ensembles de compétences sont exclusifs, c'est-à-dire qu'une entreprise s'appuyant sur un ensemble donné ne peut se livrer à des activités de R&D sous-tendues par un ensemble de compétences différent. On suppose en outre, pour simplifier, que les coefficients α^n et α^m , les dépenses d'innovation et d'imitation r^n et r^m , les coûts unitaires c_{it} , les taux de dépréciation du capital δ sont identiques pour toutes les entreprises quels que soient les ensembles de compétences sur lesquels elles s'appuient.

Le modèle complet a-spatial doit être modifié pour prendre en compte ces nouvelles hypothèses. En fait, seules les activités internes et externes de R&D sont altérées, la formalisation de l'activité de production, de la formation des prix, de l'investissement et de la sortie des entreprises n'étant pas modifiées, si ce n'est qu'un indice l est ajouté au coefficient de productivité qui s'écrit maintenant A_{ilt} . Le coefficient potentiel d'innovation d'une entreprise en place ou d'un entrant potentiel est tiré dans une loi normale dont la moyenne est égale à la productivité latente de l'ensemble de compétences sur lequel s'appuie cette entreprise ou cet entrant. Le coefficient potentiel d'imitation d'une entreprise en place ou d'un entrant est tiré dans l'ensemble des coefficients existants des entreprises s'appuyant sur le même ensemble de compétences.

La coexistence des compétences

Une première analyse peut être menée en supposant qu'il existe initialement deux ensembles de compétences l_1 et l_2 aux caractéristiques absolument identiques. Si l'on suppose des activités d'imitation locales, on obtient en régime entrepreneurial l'évolution type du graphique 13.

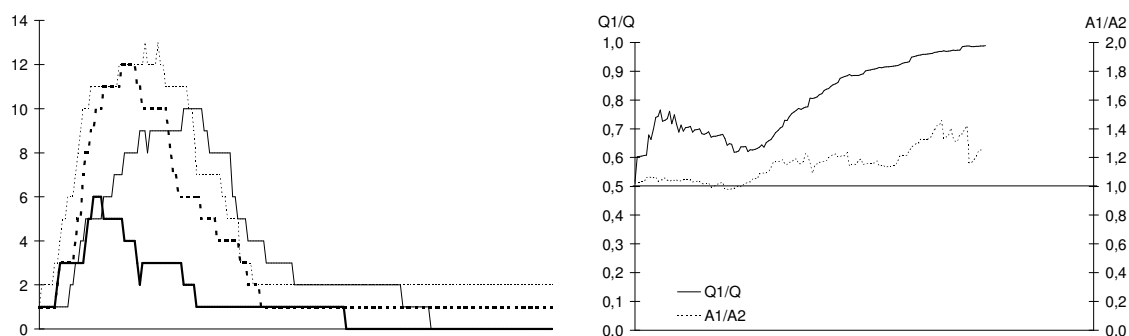
**Graphique 13 : Modèles à deux ensembles de compétences
Régimes entrepreneuriaux**



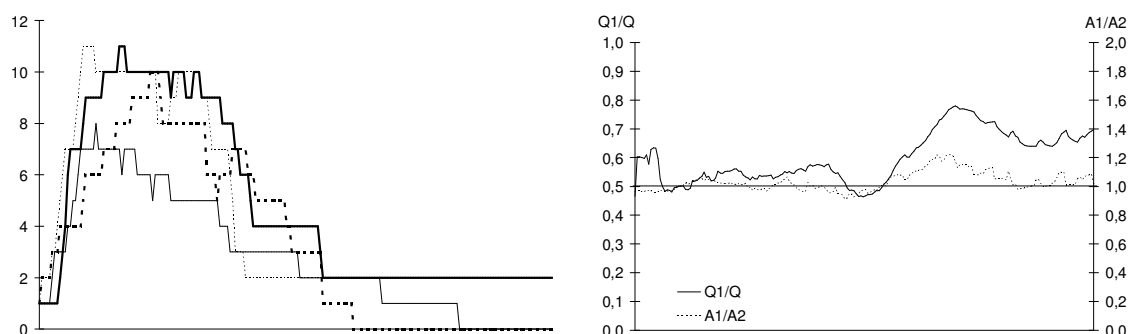
Le nombre d'entreprises de chaque pôle et de chaque ensemble évolue continûment, aucun pôle ne prenant d'avantage irréversible sur l'autre. On assiste simplement, comme dans le modèle à un ensemble de compétences, à une logique de cycles de spécialisation.

Le graphique 14 et le graphique 15 reprennent l'évolution d'une industrie en régime routinier local. Dans le modèle à un ensemble de compétence, ceci conduisait irrémédiablement à une concentration totale de l'activité dans un des deux pôles. L'introduction d'un autre ensemble de compétences modifie les résultats : si l'on assiste dans certains cas à une même concentration totale (graphique 14), dans d'autres cas les deux pôles se maintiennent en détenant chacun une part de marché non négligeable (graphique 15).

**Graphique 14 : Modèles à deux ensembles de compétences
Régimes routiniers, développement inégal**



Graphique 15 : Modèle à deux ensembles de compétences
Régimes routiniers, développement équilibré



Ceci s'explique par le fait que chaque pôle parvient à prendre un avantage sur l'autre pôle dans un des deux ensembles de compétences. Etant donné que les caractéristiques des deux ensembles sont identiques, on assiste à un développement relativement équilibré des espaces même si l'accroissement de chaque ensemble de compétences est largement cumulatif et localisé¹¹⁴. On peut bien sûr s'interroger sur la pertinence de l'hypothèse selon laquelle les deux ensembles de compétences ont des caractéristiques identiques : si l'on suppose qu'un ensemble est plus performant, les entreprises s'appuyant sur l'autre ensemble vont être éliminées. Cette hypothèse alternative, que nous allons maintenant retenir, permet de mettre en évidence une première explication du retournement spatial.

La rupture technologique

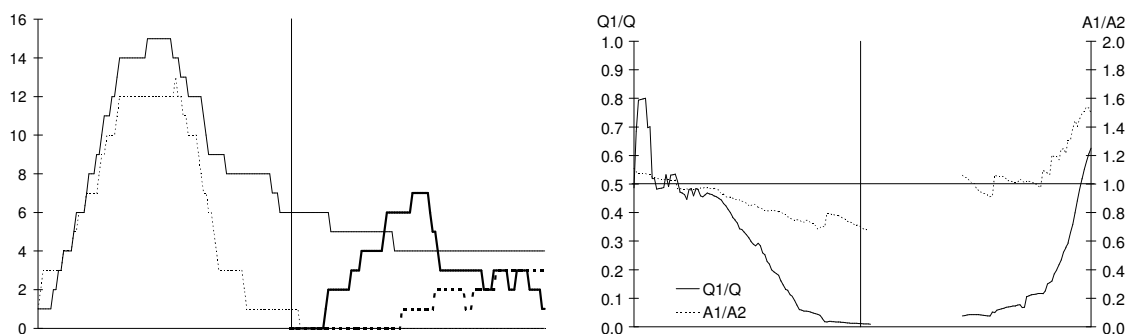
Nous allons maintenant supposer que les deux ensembles de compétences diffèrent par le taux de croissance de leur productivité latente (ψ_i). Plus précisément, on suppose qu'il n'existe initialement qu'un ensemble de compétences et qu'un autre ensemble de compétences apparaît à la période 100 (on pourrait considérer, de manière plus pertinente, qu'à des périodes aléatoires apparaissent de nouveaux ensembles de compétences ; le choix de l'apparition du nouvel ensemble en période 100 est simplement destiné à améliorer la lisibilité des résultats des simulations).

Dans un premier cas, on suppose que $\gamma_i = \gamma_{i+1} = 1/2$ et que $\psi_i < \psi_{i+1}$ (graphique 16) : les

¹¹⁴ On retrouve les effets de compensation postulés dans le point précédent, si ce n'est qu'ici, les deux ensembles de compétences visent la même industrie. Si chacun visait une industrie différente, on obtiendrait une modélisation de la coexistence de performances agrégées proches et de performances secto-

deux ensembles de compétences fonctionnent en régime routinier, le deuxième ensemble de compétences connaissant un taux de croissance de sa productivité latente supérieur.

Graphique 16 : Rupture technologique
Régimes routiniers ($\psi_{t+1} > \psi_t$)



On assiste sous ces hypothèses à l'existence d'une rupture technologique. Ce phénomène conduit à la disparition des entreprises leaders de l'industrie, au profit de nouvelles entreprises, un nouveau processus de concentration industrielle se mettant en œuvre.

La rupture technologique, si elle entraîne nécessairement, sous nos hypothèses, la disparition des leaders de l'industrie, ne conduit pas automatiquement à un retournement spatial : dans notre modèle, la probabilité que les nouveaux leaders soient localisés dans un espace ou dans l'autre est la même. Le retournement spatial surviendra si le nouveau processus cumulatif se fait au profit des entreprises de l'espace initialement dominé.

Toujours est-il que nous obtenons là une première explication possible du retournement spatial : la logique cumulative d'accroissement des connaissances (cas du régime routinier) favorise un ensemble restreint d'entreprises entrées de manière précoce dans l'industrie. Si les connaissances sont standards et tacites (cas de la R&D locale), un des deux espaces va concentrer à terme la totalité de l'activité. Cependant, s'il se produit une rupture technologique, l'expérience accumulée par les entreprises existantes sera inutile, voire contre-productive, puisque l'exploitation efficace des 'nouvelles' connaissances (à la base de la rupture technologique) suppose l'abandon des routines nécessaires à l'exploitation des 'anciennes' connaissances. Des acteurs extérieurs à l'industrie sont incités

rielles divergentes.

à entrer dans l'industrie pour exploiter ces connaissances nouvelles radicalement différente des précédentes. Si l'accroissement de ces connaissances nouvelles est lui-même cumulatif, un sous-ensemble de ces nouveaux entrants va, à terme, concentrer l'ensemble de l'activité, et si l'activité de R&D est locale, cette concentration industrielle va se combiner à une concentration spatiale, qui se traduit, dans certains cas, par un retournement spatial.

P. Robertson & R. Langlois [1994] citent des exemples de rupture technologique dont on peut considérer qu'ils ont entraîné des retournements spatiaux : outre l'exemple déjà cité de l'automobile américaine, ces auteurs analysent le cas, plus ancien, de l'industrie britannique du coton : en combinant leurs compétences dans la fabrication de textile avec des innovations mécaniques, les britanniques ont développé un ensemble de capacités dans la production de masse de textiles en coton, bien avant tout autre pays. Au sein de ces activités, on trouve un important marché des fibres en coton, qui s'appuie technologiquement sur les mule-jennys et les métiers à tisser. L'exploitation de ces technologies a induit un ensemble d'innovations incrémentales et conditionné l'évolution des qualifications de la main d'œuvre. Dans les années 1890, Draper développe aux Etats-Unis des métiers à tisser automatiques. Ces appareils permettent un débit plus important et requièrent une main d'œuvre moins qualifiée que pour la technologie britannique. Ils nécessitent cependant un fil plus résistant que celui produit par les mule-jennys. Le *ring frame* est en ce sens une technologie complémentaire indispensable aux métiers à tisser automatiques, car elle permet justement la production de fil plus résistant. C'est une technologie qui requiert une main d'œuvre peu qualifiée et qui, pour cette raison, était peu développée au Royaume-Uni, pays riche en main d'œuvre qualifiée. Le Japon et les Etats-Unis ont par contre largement développé ces techniques, et sont parvenus, après la première guerre mondiale, à briser la domination britannique sur cette industrie.

§4. Retournement (2) : la diversification cohérente (configuration II)

Le 29 janvier 1997, un journaliste de la radio France Info commence son reportage sur le bassin industriel de Nogent par cette question : « Quel est le rapport entre les forge-

rons de l'époque de nos grands-pères et la fabrication d'instruments chirurgicaux de pointe? ». Le rapport se trouve dans la stratégie de diversification de certaines entreprises de ce bassin qui, spécialisées pendant des décennies dans la coutellerie, se sont réunies au sein d'un groupement pour la production et la commercialisation d'instruments chirurgicaux et de prothèses¹¹⁵. A titre d'exemple, une de ces entreprises emploie aujourd'hui 15 forgerons-ajusteurs dont 4 sont meilleurs ouvriers de France, propose dans son catalogue plus de 1800 instruments chirurgicaux standards, 600 modèles spécifiques, est capable de procéder à la création de produits nouveaux sur demande chaque jour, et dessert, outre le marché européen, les marchés nord-américains et japonais¹¹⁶.

Cet exemple pourrait être complété par de nombreux autres¹¹⁷. Il démontre à l'évidence que les stratégies de diversification des entreprises ne sont pas aléatoires, mais présentent une certaine cohérence. A la suite de G. Dosi & al. [1990], nous défendons la thèse que cette cohérence trouve sa source dans l'ensemble des compétences dont dispose l'entreprise.

Quelles implications peut-on en tirer sur l'évolution des performances des espaces ?

Nous allons procéder ici de la même manière que dans le deuxième point de cette section, c'est-à-dire en extrapolant les résultats du modèle précédent. Dans celui-ci, la rup-

¹¹⁵ Nous expliquons plus précisément l'évolution de ce bassin dans O. Bouba-Olga & P. Chauchefoin [1997].

¹¹⁶ Ces données sont citées dans le reportage France Info du 29/01/97.

¹¹⁷ D. Teece & al. [1994] repèrent statistiquement cette logique de diversification cohérente. L'exemple de Nogent montre qu'elle ne se limite pas aux grandes entreprises. On trouve dans la presse économique d'autres exemples intéressants : l'entreprise Verreries Brosse est une société familiale créée en 1854. 80% des flacons qu'elle produit à destination de la haute parfumerie sont de la pure création, intégrant une innovation. Elle a notamment à son actif les flacons de Chanel numéro 5, d'Apège de Lanvin et de Vétiver de Carven. A côté de son activité traditionnelle, Brosse Verreries a développé une activité d'emballage et de packaging dans l'industrie pharmaceutique, cosmétique et agro-alimentaire. Catherine Barré, à la tête de cette entreprise, souligne l'importance du développement des synergies entre les deux pôles, car « notre savoir-faire dans le domaine esthétique et technique (...) peut profiter à notre division négoce en emballage » (La Tribune, le 9/04/1998). Autre exemple, Thomas Di Serio, PDG de l'entreprise Saint-Jean Industrie (sous-traitant de premier rang de l'industrie automobile, qui compte parmi ses clients Peugeot, Citroën et General Motors), a développé une stratégie basée sur l'innovation et le partenariat avec ses donneurs d'ordre. S'agissant de la diversification, il affirme qu'elle est à manier avec prudence, « sortir de son métier avec un savoir-faire mal maîtrisé peut aboutir à des échecs qui décrédibilisent l'entreprise. Il faut se diversifier dans ce qu'on maîtrise » (La Tribune, le 7/05/1998). Michel Hermand, PDG de Finaler, holding de tête du groupe Leroux —propriétaire de la chicorée du même nom— indique avoir procédé à la création d'une filiale baptisée Medicaler afin de se lancer dans l'industrie pharmaceutique en exploitant les propriétés bénéfiques sur la digestion de cette plante (Les Echos, 3/07/98), ...

ture technologique résulte de l'entrée sur le marché de nouvelles entreprises qui exploitent le nouvel ensemble de compétences, plus performant, alors que les entreprises existantes sont condamnées à la sortie. Pour que ce résultat s'étende au cas de la diversification cohérente, il faut supposer que l'apparition du nouvel ensemble de compétences résulte de la stratégie de diversification cohérente d'entreprises appartenant à d'autres industries : après avoir modélisé l'évolution de deux industries indépendantes, il convient de supposer que les entreprises d'une des deux industries peuvent procéder à des dépenses d'innovation-produit permettant à certaines de venir concurrencer les entreprises de l'autre industrie.

Si les gains de productivité potentiels de ces entreprises sont supérieurs aux gains de productivité potentiels des entreprises en place, alors on assistera à l'éviction des dernières au profit des premières, avec, dans certains cas, l'émergence d'un processus de retournement. Une différence essentielle tient au fait que les deux espaces n'ont pas la même probabilité de concentrer, à terme, l'ensemble de l'activité : très logiquement, c'est l'espace d'appartenance des entreprises procédant à la diversification cohérente qui va être avantagé. S'il s'agit du même espace, l'impact sur l'évolution des performances spatiales sera nul (le même espace concentre l'ensemble de l'activité de l'industrie), même si l'industrie connaît un changement de leadership. S'il s'agit de l'autre espace, le changement de leadership va s'accompagner d'un retournement spatial.

Cette logique de diversification cohérente permet également de compléter les arguments du deuxième paragraphe de cette section. Nous y avons montré que l'évolution d'un ensemble d'industries indépendantes, obéissant chacune à la logique du modèle, permet d'expliquer la proximité des performances agrégées et la divergence sectorielle des performances. Une limite essentielle de cette 'extrapolation' des conclusions du modèle à une industrie et à un ensemble de compétences est que l'évolution de la spécialisation est aléatoire. Cependant, si l'on s'appuie sur la logique de diversification cohérente, l'évolution des structures de spécialisation des espaces va aussi dépendre des possibilités de diversification offertes aux entreprises, en fonction des ensembles de compétences qu'elles maîtrisent. Si les entreprises d'un espace se spécialisent sur des ensembles de compétences qui permettent de s'engager dans un ensemble large

d'activités, pour lesquelles la demande présente et future est forte, alors, la croissance de cet espace sera relativement plus forte. En ce sens, ce n'est pas tant la spécialisation sectorielle qui importe, que la spécialisation cognitive —sur laquelle repose la cohérence de l'évolution de la spécialisation—, ainsi que l'adéquation entre cette spécialisation cognitive et l'évolution de la demande.

Finissons par quelques remarques sur la modélisation, ou plutôt sur l'absence de modélisation de la logique de diversification cohérente : dans le cadre du modèle que nous avons proposé, les modifications nécessaires à la modélisation de cette logique se sont révélées trop importantes, puisqu'il serait nécessaire de simuler non seulement l'évolution de plusieurs ensembles de compétences, mais aussi de plusieurs industries. Il conviendrait ensuite de supposer que les entreprises d'une des deux industries peuvent procéder à des dépenses d'innovation non plus seulement de procédé mais aussi de produit, et ainsi, venir concurrencer les entreprises de l'autre industrie. Parce qu'il nous semble de plus que les résultats se déduisent relativement simplement du modèle à plusieurs compétences, nous avons préféré ne pas développer un nouveau modèle qui pour reprendre le terme anglais, serait devenu *untractable*.

Il nous semble par contre que le modèle proposé par G. Dosi & al. [1995] serait un point de départ plus judicieux : dans cet article, les auteurs procèdent en effet à plusieurs simplifications du modèle de S. Winter [1984], qui leur permettent d'analyser non plus une mais un ensemble d'industries, sans que les résultats essentiels en soient altérés. Ils envisagent également la possibilité d'une stratégie de diversification des entreprises, mais sans s'intéresser à la cohérence de cette diversification (la probabilité de se diversifier est fonction croissante du niveau de productivité de l'entreprise). En d'autres termes, il ne reste 'plus qu'à' formaliser la cohérence de la diversification pour parvenir à une modélisation pertinente de cette logique d'évolution. Là encore, pour éviter d'avoir à présenter un modèle sensiblement différent du notre, nous préférons considérer cette modélisation comme une piste de travail futur et prometteur.

Conclusion

En nous appuyant sur une modélisation évolutionniste spatialisée, nous avons démontré dans ce chapitre la diversité potentielle des évolutions relatives des performances des espaces.

Après avoir exposé le modèle de base, nous avons d'abord croisé les hypothèses sur le mode d'accroissement des connaissances (régime entrepreneurial versus régime routinier) et le mode de localisation des activités de R&D (R&D locale versus R&D globale). Le développement des espaces peut alors être, selon les hypothèses, équilibré, faiblement inégal ou fortement inégal. Le cas peut-être le plus intéressant du régime routinier local montre qu'il peut se produire une divergence des performances entre des espaces qui sont initialement rigoureusement identiques : l'hétérogénéité micro-économique et la logique d'accroissement des compétences conduisent à la concentration totale des activités dans l'un des deux espaces.

Nous avons ensuite montré que si l'on suppose les économies constituées d'un ensemble d'industries indépendantes obéissant à cette logique d'évolution, alors des divergences sectorielles des performances sont compatibles avec des niveaux agrégés proches.

Par la suite, nous avons exposé les deux arguments susceptibles d'expliquer le retournement spatial : la rupture technologique, d'abord, qui rend caduque l'ensemble existant des compétences, condamne à la sortie les entreprises dominantes, et peut conduire à la concentration totale des activités dans l'espace initialement désavantagé ; la diversification cohérente, ensuite, qui abouti également à la sortie des firmes dominantes et, dans certains cas, au retournement spatial, non pas au profit de nouvelles entreprises, mais au profit d'entreprises existantes appartenant à d'autres industries.

Il nous semble que notre modèle, et les interprétations qui en découlent, pallient certaines lacunes des modèles kaldoriens de croissance, et correspondent dans une certaine mesure à une analyse 'schumpeterienne-kaldorienne'. Rappelons que dans les modèles kaldoriens l'adéquation de la structure de spécialisation à l'évolution de la demande

mondiale est l'élément clé de l'explication des différentiels de croissance¹¹⁸. N. Kaldor [1987 (1983)] considère ainsi que la principale explication du déclin du Royaume-Uni est son incapacité à s'orienter vers des « industries fortement exportatrices de haute technologie » (p. 115). Ces modèles n'expliquent cependant pas véritablement les déterminants des spécialisations des espaces et, en l'absence de fondements micro-économiques, on comprend mal ce qui incite les acteurs à s'engager dans telle activité plutôt que dans telle autre. Si l'adaptation de la spécialisation à la demande mondiale est essentielle, le schéma kaldorien n'est donc que partiel, « toute la question [étant] en effet de savoir pourquoi les régions réussissent ou pas à capter les flux de demande dans la concurrence qui les oppose » (A. Rallet [1988], p. 535).

Notre modèle permet de répondre en partie à cette question, en avançant deux explications complémentaires :

- i) si certaines régions réussissent mieux que d'autres à capter les flux de demande, c'est d'abord parce que la dynamique des compétences est, dans certains cas (régime routinier local), cumulative. Elle va conduire au verrouillage de l'industrie et à la concentration des activités dans l'espace. On le voit, cette première explication est proche de celle proposée dans les modèles de P. Krugman [1987] ou R. Lucas [1988],
- ii) la deuxième explication relève de la logique de diversification cohérente : si certains espaces réussissent mieux que d'autres à capter les flux de demande, c'est que la demande nouvelle peut être satisfaite, dans certains cas, en s'appuyant sur des compétences maîtrisées par des entreprises engagées dans des industries existantes. C'est donc moins la spécialisation industrielle qui importe, que la spécialisation cognitive, et son adéquation à l'évolution de la demande.

Alors que le premier argument démontre l'importance des premiers instants de l'évolution des industries, en raison des phénomènes de lock-in, le deuxième argument, complémentaire, démontre l'importance des ensembles de compétences mobilisées dans

¹¹⁸ par rapport aux autres espaces, un espace dont la structure de spécialisation est adaptée aura une élasticité-revenu de la demande d'exportation forte et une élasticité-revenu de la demande d'importation faible ; autrement dit, un accroissement de la demande mondiale va favoriser la croissance des secteurs dans lesquels il est spécialisé et défavoriser la croissance des secteurs dans lesquels il n'est pas spécialisé

un espace.

On remarquera que le premier argument accorde une large place au hasard, puisque la structure de spécialisation va dépendre des premiers moments de l'industrie, notamment, dans le cadre de notre modèle, des comportements des premiers entrants¹¹⁹. Comme le font remarquer P. Moati & E. Mouhoud [1995], en intégrant le rôle de l'histoire et des petits 'événements' dans l'émergence de la spécialisation internationale, on aboutit « au résultat, quelque peu inconfortable intellectuellement, que la distribution des compétences entre les nations obéit *in fine* à une logique quasi-aléatoire, ce qui met fin, pratiquement, à l'analyse. On évacue ainsi, sans doute un peu vite, la question théorique des processus de construction des compétences distinctives » (p. 7). Le deuxième argument réintroduit en fait cette question : l'évolution des structures de spécialisation ne dépend plus seulement des événements initiaux, elle dépend aussi des compétences mobilisables par les acteurs pour s'engager dans de nouvelles activités. L'évolution de la spécialisation est donc en partie aléatoire, et en partie guidée par les compétences détenues par les acteurs.

Soulignons pour finir que nous parvenons à des résultats tranchés parce que notre modélisation repose sur des hypothèses fortes, notamment sur l'hypothèse que les entreprises fabriquent l'ensemble du bien de l'industrie dans laquelle elles s'engagent. Cette hypothèse explique que la rupture technologique, ou la diversification cohérente conduise à l'éviction des leaders. Dans de nombreux cas, cependant, les innovations ne vont concerner qu'un sous-ensemble des activités et, comme nous l'avons montré avec l'exemple des biotechnologies, les entreprises en place vont profiter de ces innovations pour renforcer leur position dominante. Dans d'autres cas, les innovations peuvent n'affecter qu'une fraction de la demande. Les acteurs-innovateurs n'évincent pas les leaders, mais s'implantent dans des niches technologiques (on peut penser que c'est le cas des entreprises du bassin coutelier de Nogent). C'est seulement lorsque l'innovation est radicale, systémique et qu'elle affecte à plus ou moins long terme une fraction non négligeable de la demande que la rupture technologique ou la diversification cohérente

(Cf. le chapitre deux).

¹¹⁹ N. Kaldor [1987 (1983)] a bien conscience de ce problème d'incertitude, puisqu'il reconnaît que « le chemin réel n'est pas prévisible, sauf peut-être pour de courtes périodes où la gamme des possibilités est sévèrement contrainte, à un moment donné, par l'héritage du passé » (p. 115).

vont contraindre à la sortie les entreprises existantes et, dans certains cas, se traduire par un retournement spatial.

Chapitre Trois. L'évolution des espaces de la compétitivité

Dans un article de 1950, F. Perroux introduit une distinction essentielle entre l'espace géonomique (l'espace banal) et les espaces économiques. L'espace géonomique « est défini par des relations géonomiques entre points, lignes, surfaces, volumes » (F. Perroux [1950a], p. 229), c'est l'espace « sur lequel sont situés les moyens matériels et personnels de la firme en état de fonctionnement » (p. 231). Les espaces économiques « se définissent par les relations économiques qui existent entre des éléments économiques » (p. 231) ; par exemple, la firme « est souvent composée d'établissements géographiquement dispersés entre lesquels sont noués des liens diversement étroits d'organisation » (p. 232). Il est clair alors que « les espaces qui nous concernent directement sont les *espaces économiques* » (p. 231, souligné par l'auteur).

Dans le chapitre précédent, nous avons analysé l'évolution de la compétitivité des espaces ou, énoncé de manière plus précise, l'évolution de la compétitivité d'organisations productives localisées entièrement et de manière irréversible dans des espaces donnés. Ce mode de spatialisation est très classique. Il s'inscrit dans la logique de l'économie internationale et consiste en la partition a priori de l'espace banal en un ensemble de zones distinctes. Nous avons ensuite posé l'hypothèse que certains mécanismes économiques étaient circonscrits au sein des zones ainsi définies (hypothèse de R&D locale). Cette hypothèse est similaire à l'hypothèse d'externalité locale posée dans nombres de modèles de croissance endogène spatialisés. En procédant de la sorte, il est possible d'apporter des éléments de réponse à la « bonne question » de M. Porter [1993], c'est-à-dire de comprendre pourquoi les firmes appartenant à tel espace sont plus compétitives dans certains secteurs ou segments particuliers.

A la lumière de la distinction proposée par F. Perroux, il apparaît cependant qu'une telle hypothèse est largement sujette à caution, puisqu'elle suppose une correspondance étroite entre l'espace des relations économiques et l'espace banal ; tout se passant comme si les frontières d'un espace définissaient en même temps les frontières de la connaissance à la disposition des firmes de cet espace.

Des solutions alternatives ont été proposées : P. Krugman [1991b] propose notamment un mode de spatialisation qui s'inscrit dans le prolongement de l'analyse économique spatiale. Il modélise l'interaction des forces d'agglomération médiatisées par les prix (externalités pécuniaires) et des forces de dispersion médiatisées par les coûts de transport. Le recours aux externalités pécuniaires est sans conteste plus rigoureux car « en mettant l'accent sur les externalités pécuniaires, nous donnons à notre analyse un caractère bien plus concret que dans le cas d'économies externes empruntant une forme invisible. (Ceci est particulièrement vrai quand on s'intéresse aux questions de localisation : ainsi, jusqu'où une externalité positive de technologie se diffuse-t-elle ?) » (P. Krugman [1991b], p. 485).

Cette démarche, quoique plus rigoureuse, n'est pas nécessairement la plus pertinente, et, en tout cas, nous semble incomplète, car si l'analyse de la dimension spatiale des externalités positives de technologie pose effectivement problème, l'importance de cette forme d'externalité, et plus généralement l'importance des relations hors marché dans le processus productif, demande que l'on s'y attarde.

Dans la première section, nous nous intéressons à l'argument des institutions. Pour nombre d'auteurs, en effet, un espace est plus compétitif qu'un autre parce qu'il est 'doté' d'institutions spécifiques non transmissibles qui favorisent, par exemple, l'apprentissage des entreprises qui le composent. Cet argument des institutions traverse d'ailleurs les courants théoriques, qu'ils soient orthodoxes ou hétérodoxes. Après avoir montré que différentes approches des institutions coexistent, nous nous appuyons sur les résultats des modèles évolutionnistes d'adoption pour montrer les limites des arguments avancés : sans nier l'importance des institutions, leur émergence dans des espaces géographiques donnés suppose, dans les approches les plus élaborées, des interactions localisés dans l'espace banal, hypothèse qui semble devenir de plus en plus contestable, et qu'il convient pour le moins de justifier.

La deuxième section propose quelques éléments de justification. Dans un premier temps, on montre que l'argument selon lequel la nature tacite des connaissances favorise l'agglomération des activités (concurrentes ou complémentaires) est contestable, et ne semble pas constituer le cas général. On montre alors que la dynamique des compétences et la division du travail imposent, dans certains cas, des contraintes de localisa-

tion des compétences, qui favorisent la croissance de certains espaces et peuvent être à la base de l'émergence d'institutions localisées. Plus précisément, nous dérivons des contraintes de coordination de la division cognitive du travail deux grands types polaires de spatialisation des activités, qui concourent à l'émergence d'une « économie d'archipel » (P. Veltz [1996]).

Section I. L'argument des institutions

La simple définition du terme *institution* n'est pas sans poser problème¹²⁰. Nous retiendrons ici la définition proposée par D. North [1991, 1994] pour qui les institutions sont les règles du jeu, dont les organisations sont les acteurs. Plus précisément, les institutions sont des contraintes d'origine humaine qui structurent les interactions économiques, sociales et politiques entre les individus (D. North [1991], p. 3). Elles incluent des contraintes formelles (règles, lois, constitutions) et des contraintes informelles (modes de comportement, conventions, codes de conduite) (D. North [1994], p. 360).

Cette définition des institutions est fort différente de celle retenue par O. Williamson. Ce dernier considère que D. North se situe au niveau de l'environnement institutionnel, alors que lui retient une approche plus micro-analytique pour étudier les institutions de gouvernance (marché, hiérarchie, formes hybrides). L'environnement institutionnel définirait l'environnement —l'ensemble des contraintes qui pèsent sur— les institutions de gouvernance (O. Williamson [1996], p. 5).

Dans cette section, c'est l'environnement institutionnel qui va nous occuper. Comme le précise D. North [1991], on peut difficilement contester le rôle des institutions sur les performances économiques. Ce constat ne signifie cependant pas l'équivalence des analyses : si certaines supposent simplement l'existence d'institutions localisées, d'autres expliquent leur émergence par l'existence de mécanismes d'autorenforcement institutionnels. Nous allons montrer que ces deux approches souffrent de certaines limites, qui amènent à nuancer leurs conclusions.

¹²⁰ G. Hodgson [1998], O. Williamson [1996], T. Corei [1995], ... qui comparent les différentes définitions.

§1. Les différentes approches des institutions

Dans un premier ensemble de travaux, l'existence d'institutions localisées est simplement supposée : un espace donné détient un avantage compétitif sur d'autres espaces car il est doté d'un ensemble d'institutions spécifiques favorables.

Ce type de raisonnement est proposé par les théories de la convergence, même si leur objectif n'est pas de justifier la localisation des externalités, mais repérer les éléments contrecarrant les mécanismes 'naturels' de convergence. Il en va ainsi de l'argumentation néoclassique en termes de convergence conditionnelle : la convergence des performances des espaces ne s'observe que pour les sous-ensembles de pays ou régions structurellement proches. On le retrouve encore dans les travaux de M. Abramovitz [1986, 1994] et de sa notion de *social capabilities* : le rattrapage technologique potentiel ne deviendra effectif que pour les pays technologiquement en retard mais socialement avancés. Dans les deux cas, des structures, des institutions spécifiques peuvent entraver les mécanismes économiques 'naturels' et empêcher la convergence des performances des espaces.

D'autres travaux plus hétérodoxes reposent sur la même logique. C'est le cas, par exemple, dans les travaux sur les districts industriels que G. Becattini [1991] définit comme « une entité socio-territoriale caractérisée par la présence active d'une communauté de personnes et d'une population d'entreprises dans un espace géographique et historique donné. Dans le district (...) il tend à y avoir osmose parfaite entre communauté locale et entreprises » (p. 36-37). La communauté locale se caractérise notamment par son système de valeurs, ces dernières se diffusant au sein du district par l'intermédiaire du « corpus d'institutions et de règles » (p. 38). On le voit, l'accent est mis une fois encore sur les déterminants institutionnels.

Ces différentes analyses sont insatisfaisantes, parce qu'elles ne font que déplacer le problème des différentiels de croissance aux différences institutionnelles. A la question « pourquoi certains espaces sont plus compétitifs ? », elles répondent « parce qu'ils sont dotés de structures ou d'institutions spécifiques favorables ». La question qui vient immédiatement à l'esprit est « pourquoi existe-t-il des différences institutionnelles ? ». L'absence de réponse à cette question rend ces analyses sur-socialisées (ou tout au

moins *ad hoc*)¹²¹, puisque tout repose sur l'existence des institutions.

Un deuxième ensemble de travaux propose un raisonnement plus satisfaisant, permettant de répondre partiellement à la question des différences institutionnelles. On ne suppose plus seulement l'existence d'institutions localisées, mais on s'appuie sur l'existence de processus d'autorenforcement institutionnels pour démontrer l'émergence d'institutions spécifiques aux espaces.

La logique de base est relativement simple : un ensemble d'individus rationnels sont en interaction et, dès qu'une régularité émerge, un processus d'auto-renforcement institutionnel prend place (G. Hodgson [1996], p. 11). Par exemple, si la convention de rouler à droite émerge, tous les acteurs ont intérêt à rouler à droite. Cette convention est choisie parce qu'elle est préférable, mais elle est préférable parce qu'elle a été choisie (Cf. infra). Une hypothèse forte de cette logique de base est que les individus sont supposés initialement libres de toute institution. Au contraire des premières analyses, on peut donc la qualifier de sous-socialisée (G. Hodgson [1996]).

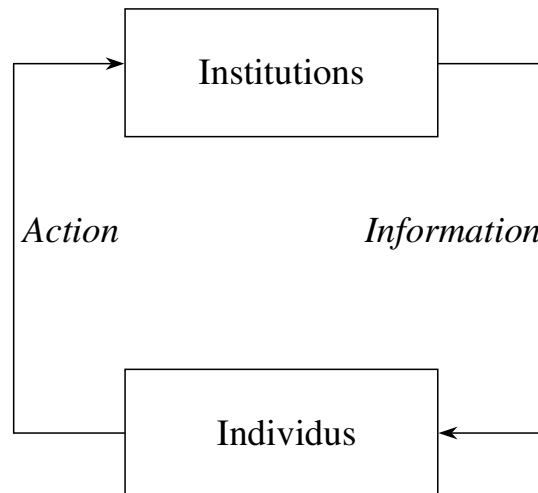
On notera que ce raisonnement ne permet pas à lui seul, de conclure à la localisation des institutions : si l'on suppose que les interactions peuvent avoir lieu entre tous les acteurs, on doit conclure à l'émergence d'une régularité unique qui s'appliquera à l'ensemble des acteurs. Nous verrons plus loin comment le deuxième ensemble de travaux parvient à spatialiser l'analyse.

Si l'on s'en tient à la logique de base de la deuxième approche, on remarque que nous sommes en présence de deux approches sensiblement différentes qui apportent une réponse opposée au problème de régression infinie à laquelle se heurte l'analyse des institutions, problème similaire à celui posé par la question « qui de la poule et de l'oeuf est apparu le premier ? » (G. Hodgson [1986], p. 218-219) : les actions des individus sont partiellement déterminées par un ensemble d'institutions, par la culture sociale, ..., mais ces institutions résultent elles-mêmes, peut-on penser, des actions préalables des individus, qui, elles-mêmes, sont partiellement explicables par des facteurs sociaux et cultu-

¹²¹ Qualifier les analyses néoclassiques de convergence conditionnelle de sur-socialisées peu surprendre. En fait, elles considèrent le problème institutionnel comme analytiquement séparable et focalisent leur attention sur les mécanismes économiques de convergence. L'analyse de Becattini, au contraire, se veut clairement socio-économique. De ce fait, on peut qualifier les premières d'*ad hoc* et les secondes de sur-

rels antérieurs, ..., et ceci indéfiniment. La première approche rompt la boucle institutionnaliste (Cf. figure 12) en accordant aux institutions le premier rôle, la deuxième approche, si l'on s'en tient au mécanisme d'autorenforcement institutionnel, rompt cette même boucle en supposant au contraire un état initial libre de toute institution.

Figure 12 : La boucle action-information de l'institutionnaliste classique
(traduit de G. Hodgson [1996], p. 12)



Comment sortir de cette impasse ? En s'appuyant sans doute, comme le propose G. Hodgson [1996], sur la remarque de M. Granovetter [1993] selon laquelle « on ne peut comprendre comment les institutions sont construites si l'on ne voit pas que les acteurs individuels sont insérés dans des structures sociales » (p. 10). Autrement dit, en partant du principe que les individus sont insérés dans une structure d'interaction, qui influe sur leurs choix, sans les déterminer entièrement, puis en analysant la dynamique collective résultant des interactions des acteurs au sein de cette structure.

C'est une réponse de ce type qu'apportent, dans une certaine mesure, les travaux de la deuxième approche, qui, pour conclure à l'existence d'institutions localisées spécifiques, ajoutent aux processus d'auto-renforcement institutionnels l'hypothèse que les interactions sont circonscrites dans des espaces définis *a priori*. Les interactions des individus au sein de chaque espace amènent à l'émergence d'une régularité éventuellement différente, plus ou moins favorable à l'évolution des performances des espaces. Les processus d'auto-renforcement interdisent la diffusion des institutions, chaque espace s'enfermant sur une solution spécifique.

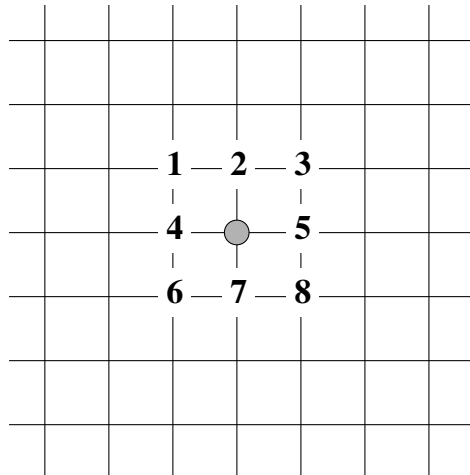
Plus précisément, ces analyses supposent la plupart du temps la coexistence d'institutions que nous qualifierons *d'institutions support* (notamment d'institutions nationales : interventions gouvernementales, système éducatif, recherche publique, etc.), qui localisent les interactions, et *d'institutions émergentes*, qui résultent des interactions localisées. C'est ainsi, par exemple, que C. Freeman [1987] définit un système national d'innovation comme un « réseau d'institutions du secteur public et du secteur privé dont les activités et les interactions contribuent à initier, à importer, à modifier et à diffuser de nouvelles technologies » (p. 1) ou encore que, pour A. Lundvall [1992], un système national d'innovation est un système social dynamique dont l'activité principale est l'apprentissage (p. 2)¹²².

Cette deuxième approche est sans conteste plus satisfaisante, puisqu'elle endogénéise partiellement les institutions. Elle souffre cependant d'une limite similaire à la première approche : si l'on ne suppose pas uniquement l'existence d'institutions localisées, on suppose l'existence de structures d'interaction localisées dans l'espace banal par les institutions support, et l'on s'expose une fois encore à la critique de F. Perroux [1950]. Cette critique est d'ailleurs plus importante si l'on s'intéresse aux espaces internationaux, car on peut admettre que les « spécificités institutionnelles (...) sont moins fortes et surtout possèdent moins de garanties structurelles de se reproduire » (A. Rallet & A. Torre [1995b], p. 12) à l'échelon local qu'à l'échelon national.

Certains modèles d'adoption évolutionnistes permettent de dépasser cette limite, en considérant que les acteurs sont insérés dans un réseau qui constitue leur espace *économique*, et interagissent seulement avec les acteurs situés dans leur voisinage. Ce réseau d'acteur peut être considéré comme une institution support, mais au contraire des travaux évoqués précédemment, les relations ne relèvent pas nécessairement d'une proximité géographique.

¹²² D. North [1991, 1994] propose également une analyse similaire pour expliquer les différences institutionnelles entre les pays. On retrouve également ce schéma dans les travaux sur les milieux innovateurs (P. Aydalot [1986], D. Maillat, M. Quévit & L. Senn [1993]) : le milieu innovateur est « un ensemble territorialisé dans lequel des interactions entre agents économiques se développent par l'apprentissage qu'ils font des transactions multilatérales génératrices d'externalités spécifiques à l'innovation et par la convergence des apprentissages vers des formes de plus en plus performantes de gestion en commun des ressources » (, p. 6).

Figure 13 : une représentation de l'espace économique



Dans l'exemple de la figure 13, un individu 'type' est représenté par un rond grisé. Ses choix dépendent des choix de ses huit voisins (numéros 1 à 8), dont les choix dépendent eux-mêmes des choix de leurs huit voisins respectifs. L'intérêt d'une telle représentation est qu'elle permet de relier l'ensemble des individus tout en mettant l'accent sur le caractère local des interactions : « puisque chaque voisin d'un agent est aussi le voisin d'un autre, les unités de décision individuelle sont liées indirectement par des réseaux de relations locales » (P. David & D. Foray [1995], p. 40).

Il va sans dire qu'il ne s'agit là que d'une des représentations possibles des espaces d'interaction : il serait possible de se limiter à un espace unidimensionnel (comme dans les modèles de R. Boyer & A. Orléan [1994] ou P. Krugman [1996]) ou, au contraire d'envisager des espaces de dimension supérieure ; le voisinage peut également être modulé pour comprendre un nombre variable d'individus ; le réseau peut être supposé borné (le nombre de voisins des individus situés sur l'un des bord du réseau est alors différent du nombre de voisins des individus situés plus à l'intérieur, ainsi que du nombre de voisins des individus situés à l'un des quatre coins), ou torique (c'est-à-dire que le réseau est replié sur lui-même, ce qui assure un nombre de voisins identique quel que soit la position dans le réseau). Cependant, comme nous le verrons, les résultats des modèles sont faiblement modifiés par ces différences dans les structures d'interaction.

Une telle démarche nous semble plus pertinente, et ce pour plusieurs raisons :

- i) elle évite le biais des analyses sur-socialisées, puisque l'objectif est bien

l'analyse de l'émergence des institutions,

- ii) elle évite le biais des analyses sous-socialisées, puisque les acteurs ne sont pas supposés initialement libres de toute institution,
- iii) elle évite le biais consistant à associer espace géographique et structure d'interaction, puisque le réseau d'acteur peut se référer à différentes formes de proximité (géographique, organisationnelle, culturelle, etc.).

En comparant les résultats des modèles sous-socialisés aux résultats de ces modèles correctement socialisés, nous allons montrer la portée et les limites de l'argument institutionnel.

§2. L'apport des modèles évolutionnistes d'adoption

Nous proposons dans ce point une revue des modèles évolutionnistes d'adoption. Ces modèles sont concernés essentiellement par le problème de l'adoption des technologies mais, comme le montre D. North [1991], les résultats sont facilement généralisable au problème de l'émergence des institutions (p. 94-95).

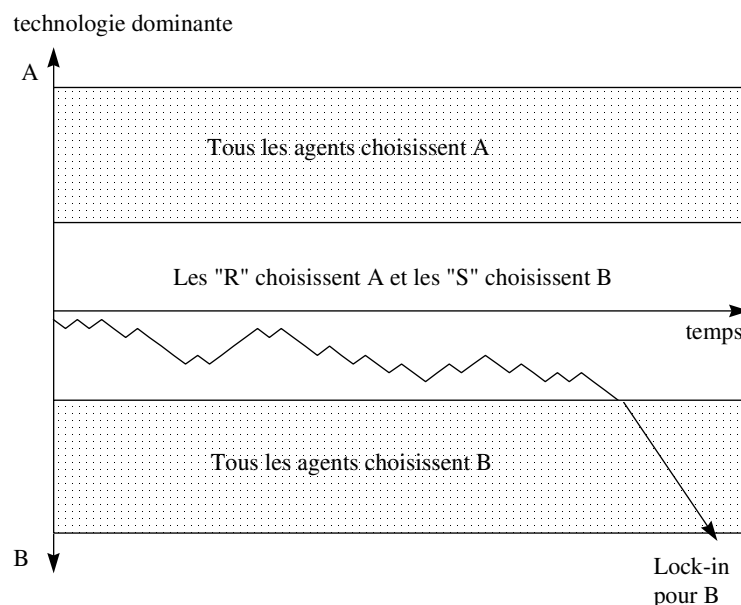
Dans un premier temps, nous présentons les modèles 'sous-socialisés'. Si le modèle d'Arthur conclue à l'enfermement irréversible du système sur une solution unique éventuellement sous-optimale, d'autres modèles également sous-socialisés (A. Kirman [1991]) aboutissent à des résultats plus nuancés et à l'absence de lock-in irréversible. Dans un deuxième temps, nous présentons les modèles 'correctement socialisés', pour montrer là encore l'absence de lock-in. Dans un troisième et dernier temps, nous proposons une typologie de ces modèles, dont il est possible de tirer quelques implications fortes sur la validité de l'argument des institutions.

Les modèles 'sous-socialisés'

La formalisation la plus rigoureuse du processus de lock-in revient sans conteste à B. Arthur [1988, 1989]. Dans son modèle de 1989, B. Arthur s'intéresse à la compétition de deux technologies A et B au sein d'une population d'adopteurs de type R et de type S, les premiers ayant une préférence naturelle pour la technologie A, les seconds pour la

technologie B. L'utilité retirée par les adopteurs dépend également du nombre d'agents ayant déjà adopté chacune des deux techniques. Lorsque les rendements d'adoption sont croissants, c'est-à-dire lorsque l'utilité retirée de l'adoption d'une technique est fonction croissante du nombre d'agents l'ayant déjà adoptée, B. Arthur montre, à partir d'un modèle d'urnes de Polya, qu'un phénomène de lock-in se produit, l'ensemble des individus adoptant unanimement et de manière irréversible l'une des technologies en présence, sans que l'on puisse prédire laquelle. Un point essentiel est que la dynamique collective dépend du chemin suivi (path-dependency). Les premiers instants du processus –c'est-à-dire, dans le modèle, les proportions relatives aléatoires des deux types d'acteurs R et S– sont en ce sens déterminants.

Figure 14 : représentation graphique du modèle d'Arthur
(d'après B. Arthur [1989], p. 120 et J.M. Dalle [1995], p. 1084)



Les rendements croissants d'adoption ont cinq sources essentielles (B. Arthur [1988], p. 591) : i) le *learning by using*, en vertu duquel plus une technologie est adoptée, plus elle est utilisée et plus l'apprentissage relatif à cette technologie est important, ce qui permet son développement et son amélioration, ii) les externalités de réseau, selon lesquelles plus le nombre d'adopteurs est important, plus on retire d'avantage à l'adoption de la technologie, l'exemple le plus couramment cité étant celui des cassettes VHS, dont la diffusion accroît la disponibilité et la variété, iii) les économies d'échelle dans la production, qui conduisent à la décroissance du coût unitaire lorsque la production aug-

mente, iv) les rendements croissants d'information, que l'on pourrait qualifier d'effets de réputation : la connaissance d'une technique croît et l'incertitude quant à l'intérêt de son adoption décroît à mesure que la technique se diffuse, v) les interdépendances technologiques, qui correspondent au fait que lorsqu'une technologie se développe, un ensemble de technologies et de produits complémentaires se développent également.

Des résultats similaires aux résultats du modèle d'Arthur sont obtenus à partir des outils sensiblement différents des jeux évolutionnistes (Cf. notamment J. Maynard-Smith [1982], R. Axelrod [1992 (1984)], R. Boyer & A. Orléan [1994, 1995]) : la démarche consiste en la confrontation d'un ensemble d'individus appariés aléatoirement et auxquels sont attachés des stratégies. On calcule les gains obtenus par chaque stratégie à partir d'une matrice des gains qui associe à chaque couple de stratégies les utilités correspondantes. A la fin d'une confrontation, considérée comme une génération, les effectifs de départ de la génération suivante sont calculés à partir des gains obtenus par chaque stratégie lors de la confrontation, selon une dynamique de réplication, et ainsi de suite de génération en génération.

Dans l'exemple de R. Boyer & A. Orléan [1994], il s'agit d'un jeu symétrique à deux stratégies A et B défini par la matrice des gains suivantes :

$$\begin{bmatrix} U_A & 0 \\ 0 & U_B \end{bmatrix} \text{ avec } 0 < U_A < U_B$$

On montre alors qu'il existe une valeur unique p^* telle que si la proportion d'individus ayant choisi la stratégie A (respectivement B) lui est supérieure (resp. inférieure), tous les individus deviendront de type A (resp. B). De la même façon que dans le modèle d'Arthur, la stratégie A peut envahir l'ensemble de la population bien que U_A soit strictement inférieur à U_B , le système étant dans ce cas enfermé sur une solution sous-optimale.

Ces résultats doivent cependant être nuancés par les résultats des modèles de A. Kirman [1991, 1992]. Ce dernier s'intéresse, tout comme Arthur, à la dynamique collective d'une population d'acteurs devant choisir entre une technologie A et une technologie B. La population d'acteurs est composée de N acteurs dont k ont choisi A et $N-k$ ont choisi

B. A chaque période, un individu en rencontre un autre, et il est converti à son choix avec une probabilité p égale à $1-\delta$. La différence essentielle par rapport au modèle d'Arthur est que Kirman suppose que chaque individu peut changer de décision de manière indépendante avec une probabilité faible ϵ . La proportion k/N d'individus adoptant A évolue comme suit :

$$\frac{k}{N} = \begin{cases} (k+1)/N \text{ avec une probabilité } p_1 = [1 - k/N][\epsilon + (1-\delta)k/(N-1)] \\ (k-1)/N \text{ avec une probabilité } p_2 = [k/N][\epsilon + (1-\delta)(N-k)/(N-1)] \\ k/N \text{ avec une probabilité } p_3 = 1 - p_1 - p_2 \end{cases}$$

Si ϵ est nul, l'ensemble de la population adopte unanimement et de manière irréversible l'une des deux options. On retrouve donc, dans ce cas, la conclusion du modèle d'Arthur. Par contre, si ϵ est positif, et s'il est suffisamment petit par rapport à δ (afin que les rendements croissants puissent jouer), la proportion k/N est la plupart du temps proche de 0 ou de 1, et bascule périodiquement d'une valeur à l'autre. Autrement dit, même dans le cas d'une approche 'sous-socialisée', la possibilité d'adopter un comportement qui va à l'encontre de la règle de décision (possibilité formalisée par la probabilité non nulle ϵ), interdit l'enfermement irréversible du système sur une option unique.

Dans les modèles précédents, tous les individus adoptent la même règle de comportement de maximisation de l'utilité. L'hétérogénéité des préférences initiales conduit certes deux individus placés dans un même environnement à opter pour deux technologies (ou deux stratégies, ou conventions) différentes —tout au moins au début du processus— mais tous deux appliquent en fait la même règle de décision. Dans le modèle de Kirman, les règles de comportement sont au contraire hétérogènes. Cette hypothèse est lourde de conséquence, puisqu'elle implique une certaine conservation de la diversité du système¹²³.

Si l'on revient au problème de l'existence d'institutions localisées spécifiques, ce résultat tendrait à montrer que le lock-in n'est pas nécessairement la règle. Si, dans un

¹²³ Plus fondamentalement, il nous semble que l'approche à la Arthur est déterministe, alors que l'approche retenue dans les modèles de Kirman, de Dalle, mais aussi dans les modèles type Nelson & Winter (comme ceux du chapitre précédent), est indéterministe (au sens de K. Popper [1984] et I. Prigogine [1996]), dans le sens où les comportements individuels ne sont pas entièrement guidés par des lois économiques (Cf. O. Bouba-Olga [1998]).

espace, quelques individus adoptent un comportement allant contre la règle de comportement, la dynamique collective peut conduire à un changement institutionnel important favorable (ou défavorable) à la compétitivité de cet espace. Nous allons voir que les modèles ‘correctement socialisés’ concluent également, de manière peut être plus satisfaisante, à la préservation de la diversité des options.

Les modèles ‘correctement socialisés’

Les modèles correctement socialisés partent de l’hypothèse que les acteurs sont insérés dans un réseau, et qu’ils interagissent de manière privilégiée avec leurs voisins. Cette structure d’interaction peut renvoyer à différentes formes de proximité, géographique, bien sûr, amis aussi organisationnelle, sociale, culturelle, etc. L’important est qu’initialement, les individus ne sont pas totalement libres de toute institution, mais sont partiellement contraints par leur position dans la structure d’interaction, sans que celle-ci ne définisse entièrement leurs comportements.

Le modèle le plus satisfaisant a été proposé par J.M. Dalle [1995]. Il traite de l’adoption d’une technique par une population d’acteurs interagissant localement. Pour évaluer la portée des résultats de ce modèle, nous situons ses hypothèses constitutives par rapport aux hypothèses du modèle d’Arthur :

Tableau 23 : les hypothèses des modèles de B. Arthur [1989] et de J.M. Dalle [1995]

Modèle d’Arthur [1989]	Modèle de Dalle [1995]
<i>Hypothèses communes</i>	
Rendements croissants d’adoption	
Préférences hétérogènes	
<i>Hypothèses non communes</i>	
Règles de comportement homogènes	Règles de comportement hétérogènes
Information globale	Information locale
Population infinie	Population finie
Choix irréversibles	Choix réversibles

Le modèle de Dalle s’intéresse à la dynamique collective d’une population finie d’acteurs inscrits dans un réseau torique à deux dimensions, chaque acteur devant choisir entre deux techniques A et B, ses choix étant influencés par les choix de ses voisins. Cette influence est définie de telle sorte que chacun ait une probabilité forte de choisir la technique majoritaire chez ses voisins —ce qui correspond à l’hypothèse de rendements croissants d’adoption locaux (externalités locales), mais que chacun conserve cependant une probabilité faible d’adopter un comportement allant contre la règle —ce qui corres-

pond à l'hypothèse de règles de comportement hétérogènes (comme chez A. Kirman). La conclusion essentielle du modèle est l'absence de blocage complet du système sur une solution unique. L'hétérogénéité des techniques en présence est maintenue, « les deux standards considérés cohabitent au lieu de s'exclure » (J.M. Dalle [1995], p. 1091). Une technique parvient à dominer l'autre, mais la technique minoritaire se maintient au sein de « niches technologiques ».

Plus précisément (J.-M. Dalle [1997]), la configuration finale va dépendre de l'importance relative de l'hétérogénéité et des externalités locales : si l'hétérogénéité est suffisamment importante, les deux options se partagent équitablement le marché, si, au contraire, les externalités locales dominent, l'une des options ne survivra que dans des niches technologiques.

Là encore, des résultats similaires peuvent être obtenus en s'appuyant sur les jeux évolutionnistes. R. Boyer & A. Orléan [1994] s'appuient ainsi sur le jeu présenté plus haut et introduisent une structure d'interaction unidimensionnelle (les individus sont situés sur une boucle et interagissent avec leurs voisins de gauche et de droite). L'unanimité à laquelle conduisait le modèle sous-socialisé d'Arthur cède la place à la préservation d'une diversité des options en présence. M. Nowak & R. May [1992] développent pour leur part un dilemme du prisonnier évolutionniste en supposant une structure et un mode d'interaction identiques à ceux de Dalle. Ils montrent que la diversité des stratégies en présence est conservée, et aboutissent de plus à une diversité des dynamiques d'évolution de la proportion relative de chaque stratégie : en fonction des valeurs de la matrice des gains, la dynamique d'évolution est stationnaire, cyclique ou chaotique. L'apport majeur de ces jeux évolutionnistes, par rapport au modèle de Dalle, est que l'on ne suppose pas une hétérogénéité des règles de comportement, apport cependant nuancé par le corps d'hypothèses nécessaires, qui nous semble beaucoup plus contestable. Toujours est-il que l'introduction d'une structure d'interaction conduit à la conservation de la diversité des choix.

Typologie et implications

Cette brève revue des modèles évolutionnistes d'adoption nous permet d'en proposer une typologie en fonction des hypothèses de base des modèles : hypothèse sur le type

d'approche retenu, d'une part —approche sous-socialisée *versus* approche correctement socialisée, et hypothèse sur la formalisation des règles de comportement, d'autre part — règles de comportement homogènes *versus* règles de comportement hétérogènes.

Tableau 24 : une typologie des modèles évolutionnistes d'adoption

	Approche sous-socialisée	Approche correctement socialisée
Règles de comportement homogènes	B. Arthur [1989]	R. Boyer & A. Orléan [1994]
Règles de comportement hétérogènes	A. Kirman [1991]	J.-M. Dalle [1995]

Nous en déduisons deux implications essentielles :

- i) l'argument selon lequel l'existence de processus d'auto-renforcement conduit nécessairement à l'enfermement complet et irréversible du système sur une solution unique éventuellement sous-optimale est à nuancer : dès que l'on suppose une hétérogénéité des règles de comportement, ou que l'on suppose que les acteurs sont insérés dans une structure d'interaction, l'unanimité cède la place à la diversité, même si l'une des options domine,
- ii) les travaux sur les systèmes d'innovation ou sur les milieux innovateurs considèrent les espaces géographiques comme les espaces d'interaction pertinents. Les structures d'interaction peuvent en fait renvoyer à d'autres formes de proximité, si bien que, même si le processus conduisait à un lock-in, rien ne justifie *a priori* que ce lock-in concerne un espace géographique donné,

On comprend alors l'importance de la structure d'interaction et de la forme de proximité à laquelle elle renvoie. Si, pendant longtemps, l'espace d'interaction le plus pertinent a été la nation —notamment en raison de l'existence d'institutions support nationales, l'émergence d'espaces d'interaction transnationaux (et d'institutions support transnationales) pourrait conduire à l'évolution du rapport à l'espace des institutions émergentes. Point essentiel, ceci ne signifie pas une indifférenciation progressive de l'espace, mais plutôt l'émergence de nouvelles formes d'interdépendances, de nouveaux espaces de la compétitivité, qui vont traverser l'espace banal et influencer sur l'évolution de la compétitivité des espaces.

En s'en tenant aux arguments avancés, on remarque finalement que les institutions ont une probabilité élevée de se localiser dans l'espace banal si la forme de proximité qui

sous-tend les interactions est une proximité géographique, ceci ne constituant qu'un cas de figure parmi d'autres. A ce stade du développement, on ne peut cependant pas dire dans quels cas la proximité géographique sera recherchée par les acteurs, et dans quels autres cas les acteurs pourront s'en affranchir. La deuxième section, qui analyse les contraintes de localisation que fait peser la dynamique des compétences sur les acteurs, tente d'apporter quelques éléments de réponse.

Section II. Les contraintes de localisation dans la dynamique des compétences

L'objectif de cette deuxième section est de se recentrer sur le problème productif auquel sont confrontées les entreprises dans le cadre de la dynamique des compétences afin d'identifier précisément les contraintes de localisation qui en découlent.

Un premier argument tient à la nature des connaissances mobilisées par les entreprises : pour certains auteurs, le caractère tacite des connaissances expliquerait l'agglomération des entreprises à proximité, ce qui permettrait de bénéficier partiellement de ces connaissances, la justification de cette proposition s'appuyant sur la remarque d'A. Marshall [1971] selon laquelle « les secrets de l'industrie sont dans l'air que l'on respire ». Sans nier l'importance de cet argument, nous montrons dans un premier point qu'il repose sur des hypothèses fortes et ne s'applique que dans des cas particulier.

Dans un deuxième temps, nous montrons que c'est moins la nature des connaissances que les contraintes de coordination qui influent sur les choix de localisation des activités. Nous dégageons de l'analyse de ces contraintes deux modes polaires de localisation des activités.

§1. La nature des connaissances

Certaines des connaissances mobilisées par les entreprises intègrent une large composante tacite. Par définition, ces connaissances tacites sont difficilement transmissibles : on ne peut pas les codifier pour qu'elles se diffusent ensuite librement ou par l'intermédiaire d'un marché. Elles sont, de ce fait, au cœur de l'avantage compétitif des acteurs qui les détiennent. Certains défendent l'idée que la proximité des acteurs permet d'en bénéficier partiellement.

Pour évaluer la portée de cet argument, nous nous appuyons sur une double distinction sur la nature des connaissances proposée par P. Moati & E. Mouhoud [1995] : ils opposent d'une part les connaissances tacites aux connaissances codifiables, et d'autre part les connaissances standards aux connaissances idiosyncratiques. La première distinc-

tion, déjà abordée, ne nécessite pas de développement supplémentaire. La deuxième distinction mérite par contre quelques explications : les connaissances standards s'apparentent, selon ces auteurs, à un bien public non libre, « mobilisable par l'embauche d'une main œuvre correctement qualifiée, par des effets de spillover associés à la proximité (...). Elles sont en quelque sorte des attributs des territoires, aisément accessibles à l'ensemble des entreprises qui y sont localisées » (p. 22). A l'opposé, les connaissances idiosyncratiques sont propres aux entreprises et ne se diffusent pas à proximité.

Si l'on s'en tient, dans un premier temps, au problème de l'agglomération d'entreprises engagées dans des activités similaires, on obtient le schéma heuristique suivant :

Tableau 25 : nature des connaissances et localisation des compétences semblables

	tacite	Codifiable
standard	Tendance au « district »	Localisation indépendante
Idiosyncratique	tendance au « monopole local »	

Lorsque les connaissances sont standards et codifiables, la nature des connaissances n'influe pas sur la localisation des entreprises puisque l'on peut en disposer quelle que soit la localisation. Lorsque les connaissances sont idiosyncratiques, rien ne justifie une localisation à proximité, la tendance la plus vraisemblable étant l'émergence d'un monopole localisé, puisque l'entreprise disposant des connaissances pertinentes peut en exclure l'usage par d'autres entreprises. Le seul cas, finalement, où la nature des connaissances incite à l'agglomération d'entreprises engagées dans des activités similaires est celui de connaissances standards et tacites. Dans ce cas, en effet, les connaissances ne peuvent se diffuser hors d'un espace restreint puisqu'elles ne sont pas codifiables, mais elles peuvent se diffuser au sein de cet espace restreint, puisqu'elles sont standards.

La logique de division cognitive du travail appelle également une analyse des contraintes de localisation des activités participant au même processus productif. Une telle analyse prime d'ailleurs sur la précédente, si l'on suppose que les localisations des différentes activités ne sont pas indépendantes.

P. Moati & E. Mouhoud [1995] ont introduit leur double distinction afin de se prononcer sur le choix des firmes multinationales entre investissement direct et coopération.

Considérons une entreprise disposant d'un ensemble de compétences à la recherche de compétences complémentaires dissemblables. Là encore, si les connaissances sont standards et codifiables, la logique de localisation est indépendante de la dynamique des compétences, puisque les entreprises, quel que soit leur localisation, vont pouvoir facilement bénéficier des connaissances qu'elles recherchent. Lorsque les connaissances sont codifiables mais idiosyncratiques, l'entreprise maîtrisant les compétences complémentaires pourra procéder à un transfert de technologie (cession de licence par exemple). Si les connaissances sont tacites et standards, l'entreprise à la recherche de compétences complémentaires pourra se localiser à proximité afin d'en bénéficier. Enfin, si les connaissances sont tacites et idiosyncratiques, seul un accord inter-entreprises permettra de disposer des compétences complémentaires.

**Tableau 26 : nature des connaissances et mode de coordination
(d'après P. Moati & E. Mouhoud [1995])**

	Tacite	Codifiable
Standard	Investissement direct	Localisation indépendante
Idiosyncratique	Accord inter-entreprises	transfert marchand de technologie

Si l'on revient à la dynamique des compétences telle que nous l'avons présentée, il est clair que le cas de figure le plus probable est celui de connaissances tacites et idiosyncratiques (tout au moins en régime routinier), chacune des deux entreprises s'appuyant sur un ensemble spécifique de compétences. Dans ce cadre, c'est bien la coopération entre les entreprises qui devrait être privilégiée, et rien n'oblige *a priori* à la proximité des entreprises concernées, la coopération pouvant très bien se dérouler à distance.

Finalement, seules des connaissances standards et tacites incitent à l'agglomération des acteurs dans un même espace. Même si l'importance de cette forme de connaissances mérite d'être nuancée, elle constitue de fait un premier déterminant de localisation des interactions. On peut supposer qu'émerge, à la suite de ces interactions localisées, des institutions spécifiques favorables, renforçant encore l'avantage des espaces concernés.

Cette conclusion est cependant excessive, car il semble que différents vecteurs de diffusion des connaissances tacites coexistent, certains incitant à la proximité géographique, d'autres renvoyant à d'autres formes de proximité : A. Rallet [1993] indique ainsi que le progrès technique favorise une formalisation décroissante des procédures informationnelles propres aux nouvelles technologies de l'information et de la commu-

nication, les NTIC étant dès lors un vecteur possible de diffusion des connaissances tacites. P. Moati & E. Mouhoud [1995] y ajoutent d'autres vecteurs de diffusion comme la culture d'entreprise, la culture professionnelle ou sectorielle véhiculée par les filières de formation, la presse professionnelle, les foires et les salons, etc. Il faut donc chercher ailleurs, nous semble-t-il, les motivations essentielles d'une localisation des activités.

§2. Les besoins de coordination

Il nous semble que dans le cadre de la division cognitive du travail, c'est moins la nature des connaissances impliquées que les besoins de coordination qui contraignent les choix de localisation des entreprises.

Rappelons brièvement les grandes lignes de notre argumentation : la production d'un bien donné suppose la coordination d'activités complémentaires, dont certaines sont non similaires. Les entreprises, lorsque les activités sont non similaires, sont incitées à procéder à une division du travail, chacune se limitant à un ensemble d'activités similaires (i.e. reposant sur des compétences semblables), et se coordonnant avec d'autres entreprises afin d'assurer l'ensemble de la production.

Lorsque les besoins de coordination sont étroits, le mode dominant de coordination des activités sera la coopération : l'incertitude pesant sur les besoins futurs d'adaptation, et, surtout, le caractère systémique des innovations, requièrent en effet une « compatibilité dynamique » des différentes activités. Dans ce cas, l'accroissement de l'efficacité d'une activité donnée dépend de la capacité d'adaptation des autres activités impliquées. Cette capacité d'adaptation du processus global est assurée par les processus d'apprentissage collectif internes à l'organisation productive, forme de flexibilité que favorise une certaine proximité et que P. Veltz [1997] associe à une logique de district, « où les relations d'apprentissage, de confiance et de réduction de l'incertitude reposent sur des formes 'communautaires' » (p. 272).

Toutefois, comme nous l'avons dit précédemment, ces besoins de proximité ne renvoient pas nécessairement à une proximité géographique, si bien que l'inscription effective des activités est encore partiellement indéterminée. Pour lever cette indétermina-

tion, il semble que l'on puisse s'appuyer, à la suite de M. Storper [1995, 1996]¹²⁴, sur la fréquence des interactions : selon cet auteur, « la distance est un facteur important d'accroissement des coûts lorsque les interactions sont fréquentes et soutenues et qu'elles ne peuvent être programmées à l'avance » (M. Storper [1995], p. 113). Il semblerait donc que si la réponse à des besoins étroits de coordination est favorisée par une certaine forme de proximité, la réponse à des besoins étroits *et fréquents* conduit les acteurs à rechercher plus précisément une proximité géographique. C'est ensuite de ces interactions fréquentes qu'émergent des institutions, des conventions spécifiques aux territoires qui influent sur, et sont influencées par, les actions des individus, conformément, là encore, aux processus d'auto-renforcement institutionnels¹²⁵.

Lorsque les activités impliquées sont faiblement interdépendantes et les innovations plutôt autonomes, le mode de coordination approprié semble être le marché. Lorsqu'une des entreprises participant au processus introduit une innovation, les besoins d'adaptation des autres entreprises engagées dans les activités complémentaires seront faibles. Dans certains cas, la flexibilité du processus global sera plutôt de type externe, car elle passera par l'abandon de certaines activités au profit d'activités nouvelles. Cette forme de flexibilité est favorisée, cette fois, par la densité, c'est-à-dire l'agglomération dans un espace restreint d'un ensemble large de compétences différentes.

Cette logique de densité favorise fortement la métropole, lieu de concentration de compétences diversifiées, et nœud des réseaux matériels et immatériels. Plus précisément, la métropole dispose de trois atouts essentiels (P. Veltz [1996, 1997]) : i) un marché du travail présent et futur très diversifié, ii) des possibilités d'externalisation des activités, présentes et futures importantes, iii) des coûts économiques et sociaux du désengagement faibles. A titre d'exemple, P. Veltz [1996] cite une enquête menée en 1988 auprès de 80 entreprises françaises, dont il ressort que « la préoccupation centrale des décideurs à l'égard de la localisation est celle du marché du travail, actuel mais surtout *futur*, des personnels spécialisés » (p. 238).

¹²⁴ Son analyse est centrée sur l'émergence des conventions, définies comme le cadre commun, la référence extérieure préalable à la coordination entre les agents économiques, qui est construite, ressaisie au cours de l'action par les agents eux-mêmes (R. Salais & M. Storper [1993]).

¹²⁵ On pourrait concevoir des cas intermédiaires ou des besoins 'moyennement' fréquents se satisferaient d'une mobilité temporaire.

Glaeser & al. [1992] apportent des éléments empiriques qui semblent valider l'importance de la diversité des compétences dans la croissance des villes. Ils utilisent une base de données sur la croissance des industries dans 170 villes des Etats-Unis sur la période de 1956 à 1987. Ils testent des relations qui expliquent cette croissance par les degrés de spécialisation et de concurrence de l'industrie dans la ville, ainsi que par le degré de diversité industrielle des villes. Ils montrent alors que la spécialisation géographique réduit la croissance, que la concurrence la favorise, et, surtout, que la diversité industrielle favorise la croissance, résultats qu'ils interprètent comme la démonstration de la prééminence des spill-overs entre les industries sur les spill-overs au sein de chaque industrie. (pp. 1144-1145).

Nous sommes donc conduit à deux modes de localisation sensiblement différents des activités, en fonction des besoins de coordination qu'impose la dynamique des compétences :

Tableau 27 : des besoins de coordination aux modes de localisation

Besoins de coordination	Mode de coordination	Cœur de l'efficacité dynamique	Modes de localisation
Étroits	Coopération	Apprentissages collectifs (flexibilité interne)	Logique de proximité
Non étroits	Marché	Reconfigurations (flexibilité externe)	Logique de densité

Le premier mode correspond à des besoins étroits de coordination, résolus par la coopération et la mise en œuvre de processus d'apprentissage collectif, que favorise la proximité. Lorsque, de plus, les besoins sont fréquents, on peut penser qu'une proximité géographique sera choisie, et favorisera l'émergence d'institutions, de conventions localisées. Le deuxième mode correspond à des besoins non étroits, résolus par une coordination par le marché. L'efficacité dynamique est favorisée par les possibilités de reconfiguration des organisations, ce qui tend à favoriser une localisation métropolitaine. Dans ce cas, par contre, l'émergence d'institutions localisées sera sans doute moins fréquente, compte tenu de 'l'instabilité' des structures d'interaction¹²⁶.

Il va sans dire que ces deux 'modèles' sont des cas polaires qui, dans les faits, se trouvent mêlés : on conçoit ainsi que la production d'un bien nécessite l'articulation d'un

¹²⁶ L'intérêt d'une localisation en métropole étant, d'une certaine manière, de pouvoir changer rapidement de 'voisinage'.

ensemble d'activités complémentaires dont certaines, similaires, seront coordonnées de manière hiérarchique, d'autres, non similaires et nécessitant des besoins étroits de coordination (certains fréquents, d'autres non fréquents), seront coordonnées par la coopération, et d'autres encore, non similaires et ne nécessitant pas de besoins étroits de coordination, seront coordonnées par le marché. L'inscription spatiale effective des entreprises dépendra donc de l'ensemble des contraintes de localisation imposées par les différents besoins de coordination. Dans le même sens, il convient de préciser, d'une part, que toutes les métropoles ne constituent pas des 'assurances-flexibilité', car elles sont plus ou moins densément dotées en compétences plus ou moins hétérogènes, et d'autre part, que certains districts sont métropolitains. Les deux cas polaires que nous envisageons ne correspondent donc pas à une opposition entre l'urbain et le non-urbain.

Ressaisis dans leur ensemble, ces différents modes de localisation semblent dessiner une « économie d'archipel » (P. Veltz [1996]), car les villes, les capitales, les territoires compétents tendent à fonctionner en réseau. On peut bien sûr penser que, dans certains cas, l'ensemble du processus productif peut être assuré au sein d'un même espace. Mais, dans le cas général, ce n'est qu'un sous-ensemble du processus qui sera territorialisé, et devra être coordonné avec les autres activités, localisées à distance. L'implication directe de cette mise en réseau du processus est que les analyses de la croissance des espaces nationaux, régionaux ou locaux sont fortement biaisées, d'une part parce qu'elles négligent les liens entre les territoires, d'autre part parce qu'elles négligent l'hétérogénéité au sein de chaque espace, car si la croissance d'une ville est connectée à la croissance d'autres villes distantes, elle peut être déconnectée de la croissance de sa région d'appartenance (P. Veltz [1997]).

De plus, l'évolution de la croissance des espaces de la croissance semble indissociable de l'évolution des espaces de la croissance. C'est ainsi, par exemple, que les contraintes de reconfiguration d'un réseau de compétences peuvent impliquer une évolution de son rapport à l'espace : si la reconfiguration se déroule entièrement au sein du même espace, l'espace pertinent est toujours le même, mais si la reconfiguration impose la rupture de certains liens avec certains des territoires compétents, et la mise en place de nouveaux liens avec d'autres territoires disposant d'autres compétences, l'espace de la compétitivité évolue. On peut notamment penser que la logique de diversification cohérente im-

pose, dans certains cas, de telles reconfigurations. La croissance d'un territoire dépend donc dans une certaine mesure des possibilités de connexion et de déconnexion des compétences qui y sont localisées avec d'autres ensembles de compétences. De manière plus générale, le flux continu d'innovations appelle des changements plus ou moins importants des besoins et des modes de coordination. De ce fait, les activités productives vont entretenir des rapports variés et évolutifs à l'espace.

Conclusion

Nous nous sommes interrogés dans ce dernier chapitre sur l'hypothèse de localisation des externalités posée dans nombre de modèles de croissance concluant à la divergence des performances des espaces. Nous avons nous même posé une hypothèse similaire dans le quatrième chapitre, la localisation des activités de R&D, combinée à la logique cumulative d'accroissement des compétences (en régime routinier), expliquant la divergence des performances et l'agglomération des activités dans l'espace.

Un premier ensemble de travaux justifie cette hypothèse par l'existence d'institutions localisées spécifiques, plus ou moins favorables à la croissance des espaces. Nous avons montré les limites de cet argument qui, dans sa version la plus élaborée, suppose une localisation géographique des interactions. La diversité des espaces d'interaction, qui renvoient à des formes différentes de proximité, devrait conduire à l'émergence d'institutions entretenant des rapports variés et évolutifs à l'espace.

Un deuxième ensemble de travaux justifie l'hypothèse de localisation des externalité par la nature tacite des connaissances. Cette argument doit être également nuancé, car la diffusion des connaissances tacites peut s'appuyer sur différents vecteurs qui leur 'ouvrent' l'espace. Par ailleurs, si la nature des connaissances semble favoriser, dans le cadre de la division cognitive du travail, une coordination par la coopération, rien ne justifie que cette coordination implique la proximité.

Nous défendons alors la thèse que les contraintes de localisation dépendent essentiellement des besoins et des modes de coordination. Nous distinguons une logique de proximité, non nécessairement physique, qui répond à des besoins étroits de coordination et une logique de densité, qui correspond à des besoins non étroits. Ce n'est que

lorsque les besoins sont étroits et fréquents que la proximité géographique sera privilégiée. On peut s'attendre alors, dans certains cas, à l'émergence de conventions et d'institutions localisées qui vont renforcer l'ancrage des entreprises dans des espaces donnés.

La coexistence et la modification, dans un même processus productif, de différentes contraintes et modes de coordination implique que le rapport à l'espace des activités est différencié et évolutif. On ne peut donc conclure à la localisation des externalités, et l'on peut supposer que le processus de croissance des espaces est influencé par, et influe sur, l'évolution des espaces de la croissance.

Conclusion générale

Les connaissances sont aujourd'hui la ressource essentielle à la base de l'activité de production des entreprises des économies développées, leur accroissement constituant dès lors la source principale de la croissance économique. A l'instar des nouveaux modèles de croissance, il convient donc de placer au cœur du schéma explicatif une théorie de l'accroissement des connaissances.

Cependant, alors que les nouveaux modèles de croissance assimilent les connaissances à un bien partiellement public, dont l'accroissement est certain ou faiblement incertain, nous considérons que certaines connaissances, au cœur de l'avantage compétitif des entreprises, sont tacites, et que l'accroissement des connaissances est radicalement incertain. Ce corpus alternatif d'hypothèses de base conduit à réviser sensiblement la conceptualisation des comportements des acteurs, pour retenir les hypothèses de rationalité limitée et d'hétérogénéité micro-économique. L'approche en termes d'individu représentatif doit être abandonnée au profit d'une approche populationnelle.

La 'rupture paradigmatique' dans laquelle nous nous sommes engagés, et à laquelle E. Malinvaud [1995] préfère de simples ajustements, peut se justifier rétrospectivement si elle permet de rendre compte, de manière plus satisfaisante que les théories existantes de la croissance, de la diversité observée. Plus précisément, il s'agit de savoir si notre schéma explicatif permet de rendre compte d'évolutions non appréhendées par les théories existantes (évaluation du contenu prédictif), mais aussi, et peut-être surtout, de savoir si les mécanismes que nous avançons sont plus satisfaisants que ceux proposés par ces théories (évaluation du contenu explicatif).

Au centre de notre schéma explicatif se trouve une conceptualisation évolutionniste de l'entreprise : nous considérons que le cœur irréductible d'une entreprise est défini par l'ensemble des compétences tacites, non transmissibles à court et moyen terme, qu'elle accumule au fur et à mesure de son activité, en vertu de différents processus d'apprentissage et d'activités quasi-routinières de R&D. L'inertie relative des routines

et quasi-routines, qui permet la reproduction dans le temps des compétences tacites mais contraint leurs possibilités d'accroissement, incite les entreprises à se spécialiser sur un ensemble restreint de compétences semblables.

La distinction des compétences de l'entreprise et des activités dans lesquelles elle s'engage permet ensuite de définir ses limites horizontales et verticales : une entreprise est incitée à s'engager dans des activités similaires, i) appartenant éventuellement à différentes industries (logique de diversification), ii) ne correspondant dans certains cas qu'à un sous-ensemble des activités complémentaires du processus productif (logique de division du travail).

Sur la base de cette conceptualisation, nous avons suivi deux axes de recherche complémentaires. Dans un premier temps, nous avons proposé une typologie simplifiée des modes d'évolution des industries. Une modélisation évolutionniste spatialisée de cette typologie a permis de mettre en évidence la diversité potentielle de l'évolution de la compétitivité des espaces. Si, dans certains cas, le développement peut être équilibré ou faiblement inégal, nous avons montré que, dans d'autres cas, des espaces dont les caractéristiques macro-économiques initiales sont rigoureusement identiques peuvent connaître un développement inégal, ceci posant bien sûr la question d'une intervention publique. Nous rejoignons en cela les conclusions des nouveaux modèles de croissance, même si certains mécanismes sous-jacents sont différents (*Cf. infra*). Ce modèle, et les implications que l'on peut en déduire, nous ont permis de proposer également deux explications complémentaires du retournement spatial, sur lesquelles nous revenons plus loin. Dans un deuxième temps, la prise en compte de la division du travail a permis de mettre en évidence la diversité des besoins et des modes de coordination des activités, qui impliquent des contraintes différenciées de localisation, et participent à l'évolution des espaces de la compétitivité.

De manière générale, nous avons voulu montrer l'importance de la diversité : dans les dynamiques des espaces, d'abord, avec l'observation d'une diversité spatiale, temporelle et sectorielle des évolutions ; dans les comportements des acteurs, ensuite, dans les compétences qu'ils mobilisent et qu'ils génèrent, dans les modes de coordination et de localisation des activités auxquels ils sont conduits. De manière plus précise, nous allons mettre en perspective trois points qui semblent constituer l'apport essentiel de notre

travail.

L'importance de la diversité

Plus que la diversité des dynamiques spatiales observées, c'est la diversité des compétences et des comportements, base du renforcement de la compétitivité des espaces, que nous voulons souligner ici.

Les nouvelles théories de la croissance montrent l'importance pour la croissance de long terme de l'accumulation du capital physique, humain, public et des incitations à l'innovation. Il en découle un certain nombre de propositions de politique économique : il convient de favoriser le développement des connaissances scientifiques et technologiques générales, notamment par l'accroissement de l'effort de recherche et par la mise en œuvre de politiques de formation initiale et continue adaptées. Il convient également de promouvoir le développement d'infrastructures, notamment dans le domaine des nouvelles technologies de l'information et de la communication, afin de favoriser la diffusion et l'exploitation des connaissances existantes. Il faut, encore, procéder à la définition d'un cadre juridique adéquat, favorisant les innovateurs sans pour autant entraver la diffusion des innovations (A. Jacquemin & L. Pench [1997]).

Ces premiers éléments, connus depuis longtemps, sont essentiels : ils participent, en quelque sorte, à l'accroissement des 'dotations' macro-économiques en connaissances des espaces. Mais pour les économies développées, dont les caractéristiques macro-économiques sont d'ailleurs relativement proches, ces dotations constituent une condition nécessaire mais non suffisante du renforcement de leur compétitivité. En insistant sur l'importance de la diversité, notre schéma explicatif permet d'avancer des éléments complémentaires plus précis.

Il nous semble que le renforcement de la compétitivité des entreprises des économies développées passe notamment par l'approfondissement de la division cognitive du travail. La production des biens obéit en effet de plus en plus à une logique combinatoire, les innovations de procédé et de produit résultant de la coordination d'activités complémentaires non similaires (nouvelles et/ou anciennes). Identifier précisément les compétences maîtrisées par les entreprises d'un espace, favoriser le développement de com-

pétences hétérogènes potentiellement complémentaires, permettre le rapprochement d'entreprises existantes et de nouveaux acteurs —en facilitant par exemple la coopération, ou, plus généralement, les interactions entre les acteurs— devrait conduire à l'approfondissement de la division cognitive du travail et à l'émergence d'un système productif plus cohérent (J.-L. Gaffard & al. [1993], P. Moati & E. Mouhoud [1995]).

Plusieurs difficultés apparaissent cependant : d'abord, la dynamique des compétences traverse les structures industrielles telles qu'on les appréhende généralement, aussi, l'identification des compétences pertinentes est-elle difficile. Nous avons ainsi montré que la logique de diversification cohérente peut viser des activités en apparence indépendantes mais qui sont semblables d'un point de vue cognitif¹²⁷. Une telle identification est d'autant plus difficile que, compte tenu des processus cumulatifs à l'œuvre, elle doit être précoce et précise.

Plus précisément, dans les premières phases de l'évolution de nouvelles activités, l'accroissement des compétences obéit à une logique d'élargissement, qui correspond à l'exploration d'un spectre assez large de compétences nouvelles. Au fur et à mesure de cette exploration, certaines solutions vont être rejetées, d'autres vont être développées, ce qui participe à l'élaboration progressive d'un cadre paradigmatique (passage à une logique d'approfondissement de l'ensemble des compétences) et semble favoriser, nous l'avons vu, une certaine concentration industrielle et spatiale des activités.

L'exploration repose dans une large mesure, comme l'atteste l'exemple des biotechnologies, sur le nombre et la diversité des petites et moyennes entreprises. Favoriser leur création et leur développement semble donc constituer un enjeu essentiel de politique économique, puisqu'elles qui vont être à l'origine des activités de demain et permettre, dans une large mesure, l'approfondissement de la division du travail¹²⁸.

¹²⁷ Si l'on suit ce raisonnement, les politiques sectorielles sembleraient moins pertinentes que d'autres politiques favorables au développement de compétences transversales.

¹²⁸ On ne peut alors que partager les craintes de P. Aghion [1998] : « quand on parle 'd'industries innovantes' plutôt que d'innovation tout court, je sens un danger : celui de privilégier les industries existantes, au détriment des nouveaux secteurs, ceux qui modifient vraiment la géographie des activités. Une approche trop ciblée, avec un comité Théodule chargé de sélectionner les bénéficiaires, c'est la porte ouverte à un lobbying terrible » (p. II). Outre le problème du lobbying, notre schéma explicatif montre qu'une approche ciblée est non pertinente en raison des incertitudes fortes sur les trajectoires à explorer et sur la valeur économique attendue des innovations.

Un élément essentiel d'une politique de soutien aux PME concerne leur financement. Or, dans les premières phases de l'évolution des nouvelles activités, des acteurs-innovateurs aux anticipations 'atypiques' peuvent ne pas trouver les capitaux nécessaires à la création et à l'expansion de leur entreprise. Bien sûr, si l'on favorise l'entrée de ces acteurs, certains vont échouer, d'autres réussir mais, dans ce jeu évolutionniste à l'issue incertaine, les échecs sont aussi importants que les réussites, car ils participent à l'exploration des possibles et permettent de repérer les solutions non viables. Accroître la diversité des sources de financement, favoriser l'essor du capital-risque, rapprocher les acteurs-innovateurs des marchés de capitaux, constituent donc un premier ensemble d'actions essentiel.

Soulignons que si la dynamique cumulative des compétences conduit, comme dans certains des nouveaux modèles de croissance, à un verrouillage des industries, il existe une différence sérieuse dans les mécanismes sous-jacents, qui s'avère fondamentale en termes de politique économique. Pour P. Krugman [1987], par exemple, la spécialisation des espaces est déterminée initialement par un avantage comparatif quelconque, les processus cumulatifs figeant ensuite les structures de spécialisation, conduisant dans certains cas à un développement inégal. Dans notre schéma, il n'y a pas de déterminisme des avantages comparatifs : l'incertitude et les asymétries dans les anticipations des acteurs engendrent, dans les premières phases de l'industrie, une diversité de comportements dont certains vont se révéler *ex-post* mieux adaptés, les processus cumulatifs interdisant ensuite, dans le cas du régime routinier local, la diffusion des compétences à la base de ces comportements.

Alors que la logique du modèle de Krugman conduit à un certain sentiment d'impuissance (la structure de spécialisation est quasi-aléatoire), le schéma que nous proposons démontre qu'un espace favorisant une exploration large et précoce de l'ensemble des possibles aura une probabilité plus forte de développer des compétences pertinentes. A l'inverse, une entrée tardive dans le jeu économique, ou une exploration trop restreinte des possibilités, risque de condamner certains espaces lorsqu'ensuite les activités se verrouillent.

Il nous semble que le schéma que nous défendons est bien illustré par l'avantage que détiennent les Etats-Unis dans le domaine des biotechnologies : l'importance du capital-

risque, les facilités de création d'entreprises par les chercheurs issus des universités, favorisent la logique d'exploration. On peut penser que si l'Europe ne parvient pas à favoriser une telle exploration, elle sera exclue, à terme, de ce domaine prometteur de compétences.

Le retournement spatial

Nous avons insisté sur ce point à plusieurs reprises : les principales théories de la croissance ne proposent pas d'explication satisfaisante du retournement spatial. Le retournement correspond à une rupture dans l'évolution quantitative des indicateurs, une phase de convergence succédant par exemple à une phase de divergence et conduisant, dans certains cas, au dépassement du leader par un espace suiveur. Selon nous, le retournement s'explique, dans certains cas, par la poursuite d'un même processus : ce qui fait la force d'un espace pendant une période donnée, ferait également sa faiblesse pendant la période suivante.

L'argument avancé repose sur le caractère ambivalent de l'inertie des routines des entreprises : l'inertie des routines est au cœur de l'avantage compétitif des entreprises, car elle permet la reproduction dans le temps des compétences tacites que les entreprises accumulent. Dans le même temps, l'inertie des routines interdit de mobiliser ou de générer des compétences trop différentes de celles qu'elles détiennent.

Lorsqu'un acteur entre sur un marché en proposant une innovation qui, du point de vue des entreprises en place est radicale —c'est-à-dire que la mise en œuvre de l'innovation suppose la mobilisation de compétences radicalement différentes de celles dont elles disposent— le nouvel entrant peut, à terme, évincer les entreprises existantes et devenir le leader de l'industrie. Sous l'hypothèse que l'on accepte notre schéma de spatialisation, ce changement de leadership peut conduire, dans certains cas, à l'observation d'un retournement spatial : en régime routinier local, on a montré la tendance à la concentration industrielle et spatiale des activités. Si l'acteur-innovateur entre sur le marché dans une telle configuration, et s'il est issu d'un espace différent de l'espace de localisation des entreprises dominantes, alors le changement de leadership s'accompagne d'un retournement spatial.

Le fait que l'innovation soit radicale pour les entreprises en place ne signifie pas qu'elle le soit par nature : dans certains cas, l'innovation correspond à une rupture paradigmatique, aucune des compétences de l'économie ne permettant sa mise en œuvre efficace. Son introduction passera par la création de nouvelles entreprises qui accumuleront de nouvelles compétences et participeront à l'émergence d'un nouveau paradigme technologique. Mais dans d'autres cas, l'innovation sera introduite par des entreprises existantes appartenant à d'autres industries. L'innovation radicale du point de vue des entreprises de l'industrie considérée est incrémentale pour ces autres entreprises. Le retournement rendu possible par l'inertie des routines, s'expliquerait donc soit par une logique de rupture technologique, soit par une logique de diversification cohérente.

Cependant, comme nous l'avons précisé précédemment, ces évolutions fortes ne constituent pas la règle. Lorsqu'on introduit dans le raisonnement la logique de division cognitive du travail, on peut penser que ces innovations radicales ne vont affecter qu'un sous-ensemble des activités concernées et, loin d'évincer les leaders, les nouveaux entrants pourront se coordonner avec eux, et renforcer au contraire la position dominante des leaders. Ce n'est que lorsque l'innovation est radicale *et* systémique qu'elle peut contraindre à la sortie les entreprises dominantes et engendrer, parfois, un retournement spatial.

Les espaces de la compétitivité

Notre analyse des espaces de la compétitivité montre que la logique de division cognitive du travail impose des contraintes différenciées de coordination, qui induisent des modes variés de coordination et de localisation des activités. Des besoins étroits et fréquents incitent à la coopération et à la localisation dans un même espace des différentes entreprises impliquées dans le processus productif, car ils nécessitent la mise en œuvre de processus d'apprentissage collectifs. Des besoins non étroits favorisent en revanche une coordination par le marché et une localisation métropolitaine, car l'efficacité dynamique passe moins par la mise en œuvre de processus collectifs d'apprentissage que par les possibilités de reconfiguration du processus de production dans son ensemble.

Ces deux cas polaires se trouvent mêlés dans la réalité, certaines des activités impliquées dans un processus donné nécessitant une coordination étroite, d'autre une coordi-

nation non étroite, si bien que la logique de proximité et la logique de densité ne correspondent pas à des modes alternatifs, mais bien complémentaires de coordination. De plus, le flux incessant d'innovations fait évoluer les besoins de coordination, si bien que les modes de coordination et de localisation des activités sont eux-mêmes évolutifs. Cette analyse tend bien sûr à relativiser l'opposition global/local, ainsi que les analyses prônant un développement endogène des territoires, car la dynamique des compétences conduit à l'émergence d'une économie d'archipel évolutive, qui relie différents territoires compétents et exclue d'autres territoires du jeu économique.

L'exemple du bassin coutelier de Nogent, rapidement évoqué dans le quatrième chapitre, nous semble constituer un exemple intéressant. Pendant des décennies, ce bassin a été spécialisé dans la coutellerie, une agglomération d'entreprises spécialisées et complémentaires procédant à une division localisée du travail (trempage-polissage-finition). Le début des années 80 a été marqué par une dégradation de la position de ces entreprises, devant, notamment, l'arrivée sur le marché de produits composés de matériaux plus performants, et l'exacerbation d'une concurrence en prix de producteurs taiwanais et finlandais. Certaines entreprises de ce bassin se sont alors réunies dans un groupement pour la production et la commercialisation d'instruments chirurgicaux et de prothèses, et semblent y avoir trouvé une niche technologique porteuse¹²⁹.

Ce cas est exemplaire pour trois raisons essentielles : i) il illustre parfaitement la logique de diversification cohérente, puisque les entreprises s'engagent dans une nouvelle activité en s'appuyant sur leur savoir-faire initial, ii) il démontre l'importance des asymétries dans les anticipations, car certains producteurs, détenant des compétences semblables, ont préféré s'engager dans une stratégie de standardisation et de guerre des prix dans leur industrie d'origine (avec le risque, à terme, d'une perte de leur savoir-faire), iii) surtout, il montre l'évolution du rapport à l'espace des activités : l'espace d'interaction, initialement localisé —logique de division localisée du travail, est devenu transterritorial, avec le développement de partenariats avec des hôpitaux, cliniques et facultés de médecine situées dans d'autres régions ou à l'étranger — ce que l'on peut considérer comme relevant d'une logique d'apprentissage par interactions producteurs/utilisateurs.

¹²⁹ Cf. le quatrième chapitre pour quelques éléments.

Une autre implication intéressante peut être tirée de notre schéma, si l'on revient à l'analyse des premières phases de l'évolution des industries. Nous l'avons dit, les espaces favorisant l'exploration de l'ensemble des possibles ont une probabilité plus forte de voir émerger les compétences à la base de nouvelles activités porteuses. On peut penser, d'abord, que la métropole, en tant que lieu de concentration de compétences hétérogènes, favorise cette diversité des tentatives. D'autres espaces, non nécessairement métropolitain mais favorables au développement entrepreneurial, seront sans doute également avantagés¹³⁰. De manière plus intéressante, il semble que, dans certains cas, cette logique d'exploration favorise des espaces 'neufs', non pas qu'ils attirent les activités, mais parce que l'inertie des routines, des conventions et des institutions des anciens espaces dominants repoussent les activités. L'agglomération d'acteurs innovateurs dans ces nouveaux espaces moins contraints favoriserait la localisation des interactions (mise en œuvre d'une division localisée du travail par exemple) et, par suite, l'émergence de nouvelles conventions, de nouvelles institutions, qui, en vertu des processus d'autorenforcement institutionnels, accentueraient l'avantage et l'attrait pour ces espaces. Un tel schéma explique peut-être, dans une certaine mesure, l'essor d'un espace comme la Silicon Valley¹³¹.

Notre objectif était d'analyser les relations entre le changement technique et les espaces. Dans notre démarche, nous voulions procéder à une nécessaire abstraction de la réalité, sans pour autant perdre la richesse des comportements et des mécanismes économiques à l'œuvre. Nous espérons avoir atteint partiellement cet objectif. Pour finir, on ne manquera pas de concéder le caractère exploratoire de certaines des propositions avancées, qui méritent sans conteste des approfondissements théoriques et des validations empiriques plus conséquentes.

¹³⁰ On peut penser notamment à l'avantage américain par rapport aux pays européens dans les biotechnologies.

¹³¹ Pour reprendre un exemple exposé précédemment, Bob Noyce, fondateur d'Intel, quitta son entreprise en raison d'une divergence sur la nécessité d'introduire un nouveau mode d'organisation des activités qui remettait en cause les modes de fonctionnement, les routines organisationnelles existantes, et fonda Fairchild Semiconductor, une des premières entreprises à participer à l'essor de la Silicon Valley.

Annexe. programmation des modèles évolutionnistes

Nous présentons dans cette annexe les programmes informatiques des modèles évolutionnistes du chapitre quatre. Nous nous limitons aux procédures essentielles, en éliminant le code relatif aux calculs de variables intermédiaires ou à l'affichage des résultats (nous présentons une procédure d'affichage seulement dans la première section, à titre d'exemple).

Le langage informatique retenu est Visual Basic Application pour Excel. Le choix de ce langage se justifie pour trois raisons : i) il est livré en standard avec Excel (depuis la version 5), ii) les résultats peuvent être très facilement affichés dans les feuilles Excel, iii) il est possible d'insérer dans le code les fonctions prédéfinis d'Excel, et notamment les lois de probabilité inverse, ce qui facilite grandement la programmation.

Précisons que les programmes développés peuvent sûrement être améliorés afin d'être plus rapide ou plus « élégants », et ne prétendent pas être exemplaires, leur principal intérêt étant ... qu'ils fonctionnent correctement ...

Modèle statique

Le modèle statique est bien sûr le plus simple à mettre en œuvre. Il constitue l'ossature des modèles plus complexes. L'analyse de l'industrie correspond à l'analyse de l'interaction des firmes. Le plus simple est donc de définir un objet personnalisé de type *Firme*, qui possède les propriétés suivantes :

Type *Firme*

Productivité En Simple

Capital En Simple

Production En Simple

Coût En Simple

Profit En Simple

Performance en Simple

Sortie En Entier

Fin Type

Les noms des variables sont suffisamment explicites pour ne pas nécessiter de com-

mentaire particulier. Précisons simplement que la variable *Sortie* correspond à la date de sortie de la firme. De manière générale, l'affectation d'une valeur à une propriété d'un objet s'écrit simplement :

MonObjet.Propriété = Valeur

Ou , en utilisant l'instruction *Avec*, ce qui sera utile pour les ensembles d'objets de type *Firme* :

Avec MonObjet
 .Propriété = Valeur
Fin Avec

On déclare ensuite un tableau d'objets de type *Firme*, que nous appelons *Firmes()* :

Public *Firmes()* En *Firme*

Il n'est pas nécessaire de préciser immédiatement la dimension du tableau. On la déclare plus tard en utilisant l'instruction *Redim Firmes(NbFirmes)*. Plus intéressant, on peut redimensionner le tableau au fur et à mesure des besoins (lorsque le nombre de firmes augmente) sans détruire les données relatives aux firmes existantes en utilisant l'instruction *Redim Préservé Firmes(NbFirmes+n)*.

Les autres variables de base du modèle sont simplement définies comme suit :

Public *NombreFirmes ; NombrePériodes* En Entier
Public *ProductionTotale; Prix; Revenus* En Simple
Public *ProductivitéLatente* En Simple
Public *CapitalMinimum ; Dépréciation ; PerformanceMinimum* En Simple

Une fois ces variables définies, le code se décompose en procédures commençant par le mot clé *Proc* et finissant par le mot clé *Fin Proc*. Nous avons appelé *Main* la procédure principale :

Proc *main()*
Dcl *i* En Entier
 Appeler Initialisation
 Pour *i* = 1 à *NombrePériodes*
 Appeler Production
 Appeler Profit
 Appeler Investissement
 Appeler Sortie

```

    Suivant
    Appeler Affichage
Fin Proc

```

Cette procédure principale appelle simplement les procédures secondaires. D'abord la procédure d'initialisation, puis les différentes procédures de calcul de la production, du profit, de l'investissement et de sortie des firmes, qui sont répétées NombrePériodes fois. Avant de quitter le programme, on fait afficher les résultats.

```

Proc Initialisation()
Dcl i En Entier
    NombreFirmes = 16
    NombrePériodes = 100
    Revenu = 128
    Dépréciation = 0,03
    Beta=0,75
    ProductivitéLatente = 0,135
    CapitalMinimum = 10
    PerformanceMinimum=-0,045
    ReDim Firmes(NombreFirmes)
    Pour i = 1 à NombreFirmes
        Avec Firmes(i)
            .Productivité = Application.LoiNormaleInverse(ValAléatoire; Pro-
ductivitéLatente; 0,05*                               ProductivitéLatente)
            .Capital = 25
            .Coût = 0,16
        Fin Avec
    Suivant
Fin Proc

```

La boucle Pour i = 1 à NombreFirmes ... Suivant permet de définir les valeurs du coefficient de productivité, du stock de capital et du coût unitaire de chaque firme. Comme nous l'avons dit, on peut facilement utiliser les fonctions prédéfinies d'Excel : pour tirer au hasard un coefficient de productivité dans une loi normale on écrit simplement le code :

```
Application.LoiNormaleInverse (ValAléatoire ; Moyenne ; EcartType)
```

En passant les paramètres nécessaires (ValAléatoire renvoie une variable aléatoire comprise entre 0 et 1).

```

Proc Production()
Dcl i En Entier
    ProductionTotale = 0

```

```

Pour i = 1 à NombreFirmes
  Avec Firmes(i)
    .Production = .Productivité * .Capital
    ProductionTotale = ProductionTotale + .Production
  Fin Avec
Suivant
Prix = Revenu / ProductionTotale
Fin Proc

```

La procédure production calcule la production de chaque firme et la production totale. Connaissant le revenu global, on en déduit le prix en vigueur dans l'industrie. On peut ensuite calculer le profit :

```

Proc Profit()
Dcl i En Entier
  Pour i = 1 à NombreFirmes
    Avec Firmes(i)
      .Profit = .Productivité * Prix ~ .Coût
      .Performance=Beta*.Performance+(1-Beta)*.Profit
    Fin Avec
  Suivant
Fin Proc

```

Cette procédure calcule le profit de chaque firme et l'indicateur de performance qui en découle. L'ensemble des profits est ensuite réinvesti :

```

Proc Investissement()
Dcl i En Entier
  Pour i = 1 à NombreFirmes
    Avec Firmes(i)
      .Capital = ((1 - Dépréciation) + .Profit) * .Capital
    Fin Avec
  Suivant
Fin Proc

```

On définit ensuite la procédure de sortie des firmes et l'on renseigne le cas échéant la variable Sortie.

```

Proc Sortie()
Dcl i En Entier
  Pour i = 1 à NombreFirmes
    Avec Firmes(i)
      Si .Capital > 0 Alors
        Si .Capital < CapitalMinimum Ou .Performance < Performan-
ceMinimum Alors

```

```

        .Capital = 0
        .Sortie = PériodeCourante
    Fin Si
  Fin Si
  Fin Avec
  Suivant
Fin Proc

```

Nous reprenons pour finir la procédure d’affichage. La logique en est simple : on définit une variable objet f1 qui correspond à une feuille de calcul Excel que l’on a nommé Résultats. Pour faire référence à une cellule de la feuille, on écrit simplement : f1.Cellules(ligne ; colonne)=valeur. En l’occurrence, on fait afficher le coefficient de productivité de chaque firme, le stock de capital en fin de simulation et la date de sortie éventuelle de la firme.

```

Proc Affichage()
Dcl i En Entier
Dcl f1 En Objet
AffecteRéf f1 = Feuilles("Résultats par firme")
  Pour i = 1 à NombreFirmes
    Avec Firmes(i)
      f1.Cellules(i + 1; 1) = .Productivité
      f1.Cellules(i + 1; 2) = .Capital
      f1.Cellules(i + 1; 3) = .Sortie
    Fin Avec
  Suivant
Fin Proc

```

Modèle dynamique de base

Pour le modèle dynamique, le type *Firme* doit être modifié afin de tenir compte des dépenses d’innovation et d’imitation. La modélisation des activités de R&D nous oblige également à définir une variable *ProductivitéFuture*.

```

Type Firme
  Productivité En Simple
  ProductivitéFuture En Simple
  Capital En Simple
  Production En Simple
  Coût En Simple
  DépenseInnovation En Simple
  DépenseImitation En Simple

```

```

Profit En Simple
Performance En Simple
Sortie En Entier
Fin Type

```

Il faut également introduire des variables Gamma (pour γ), AlphaN (α^n) et AlphaM (α^m) et définir leur valeur, ainsi que les valeurs des dépenses de R&D (.DépenseInnovation = 0,005 et .DépenseImitation = 0,002), tout ceci dans la procédure initialisation. On définit également une variable tdc qui correspond au taux de croissance de la productivité latente (ψ).

La procédure main est légèrement modifiée :

```

Proc main()
Dcl i En Entier
  Appeler Initialisation
  Pour i = 1 à NombrePériodes
    Appeler Production
    Appeler Profit
    Appeler RD
    Appeler Investissement
    Appeler Sortie
    ProductivitéLatente = ProductivitéLatente * (1+tdc)
  Suivant
Fin Proc

```

Après le calcul du profit, on appelle en effet la procédure RD de programmation des activités de R&D. A chaque période, on incrémente la productivité latente de tdc%.

Les procédures Production, Investissement, Sortie sont inchangées. La procédure Profit est légèrement modifiée pour tenir compte des dépenses de R&D :

```

.Profit = .Productivité * Prix ~ .Coût ~ .DépenseInnovation ~
.DépenseImitation

```

La procédure RD s'écrit comme suit :

```

Proc RD()
Dcl i En Entier
Dcl DroitTirage En Simple
Dcl ProdInn; ProdIm; NewProd En Simple

```

ProdInn est le coefficient de productivité potentiel résultant de l'activité

d'innovation, ProdIm celui résultant de l'activité d'imitation. NewProd est le plus grand des deux coefficients potentiels.

Pour $i = 1$ à NombreFirmes
Avec Firmes(i)

On s'intéresse d'abord à l'activité d'innovation :

DroitTirage = AlphaN * .DépenseInnovation * .Capital
Si DroitTirage > ValAléatoire Alors ProdInn = Application.LoiNormaleInverse(ValAléatoire;
ProductivitéLatente; 0,05*ProductivitéLatente)

Puis à l'activité d'imitation, la détermination du coefficient imité étant programmée dans une autre procédure TirageImitation (Cf. infra) :

DroitTirage = AlphaM * .DépenseImitation * .Capital
Si DroitTirage > ValAléatoire Alors ProdIm = TirageImitation(i)

On calcule ensuite le coefficient potentiel maximum, et on le pondère avec le coefficient dont dispose la firme :

Si ProdInn > ProdIm Alors NewProd = ProdInn Sinon NewProd = ProdIm
NewProd = Gamma * NewProd + (1 - Gamma) * .Productivité

Si le nouveau coefficient est supérieur à l'ancien, la variable ProductivitéFuture prend cette valeur, sinon elle prend la valeur de l'ancien coefficient :

Si NewProd > .Productivité Alors .ProductivitéFuture = NewProd
Sinon .ProductivitéFuture = .Productivité
Fin Avec
Suivant

Une fois ces calculs effectués pour toutes les firmes, la variable Productivité prend la valeur de la ProductivitéFuture.

Pour $i = 1$ à NombreFirmes
Avec Firmes(i)
.Productivité = .ProductivitéFuture
Fin Avec

Suivant
Fin Proc

Dans la fonction TirageImitation, il s'agit de tirer un coefficient dans l'ensemble des coefficients existants, chaque coefficient étant pondéré par la part du capital qui

l'emploi. La logique de cette fonction est la suivante : on calcule d'abord le capital (K) détenu par l'ensemble des firmes autres que la firme cherchant à imiter . Cette somme peut être vu comme un segment de longueur K. On détermine ensuite aléatoirement la valeur d'une variable Rand comprise entre 0 et 1, qui indique où l'on va s'arrêter sur ce segment. On parcourt ensuite le segment en passant en revue les différentes firmes, chaque déplacement étant égal au poids du capital de la firme considérée dans l'ensemble du capital K.

Fonction TirageImitation(x En Entier) En Simple

Dcl i En Entier

Dcl K; T; Rand En Simple

K = 0; T = 0

Détermination de la longueur du segment :

Pour i = 1 à NombreFirmes

Si i <> x Alors K = K + Firmes(i).Capital

Suivant

Détermination de la variable Rand :

Rand = ValAléatoire

Déplacement le long du segment :

i = 0

Faire

i = i + 1

Si i <> x Alors T = T + Firmes(i).Capital / K

Boucle TantQue T < Rand

On sort de la boucle quand on a atteint Rand. i désigne alors l'indice de la firme que l'on imite, le tirage est égal au coefficient de productivité de cette firme i.

TirageImitation = Firmes(i).Productivité

Fin Fonction

Les condition « i <> x » permettent d'éviter l'auto-imitation.

Fonctions d'Investissement

Seule la procédure d'investissement est modifiée. On passe deux variables à la procédure : F qui rend compte du financement extérieur. Si F est égal à 0, il n'y a pas de fi-

nancement extérieur. Phi rend compte de la conjecture : sous la conjecture de Cournot, phi est égal à 0, sous la conjecture de Winter, phi est égal à 1. L'appel de la procédure Investissement dans main s'écrira, par exemple pour un investissement de type Winter et sans financement extérieur :

Appeler Investissement (1 ;1)

La procédure s'écrit :

Proc Investissement (F ; phi en entier)

Dcl i En Entier

Dcl s ; temp En Simple

Dcl Id; Ir; Ieff En Simple

Pour i = 1 à NombreFirmes

Avec Firmes(i)

Id est l'investissement désiré par la firme, Ir l'investissement réalisable et Ieff l'investissement effectif. s est la part de marché de la firme, temp le rapport de la production (en t) à la productivité (en t+1) de la firme. Ces deux variables sont calculées comme suit :

$s = \text{.Production} / \text{ProductionTotale}$

$\text{temp} = \text{.Production} / \text{.Productivité}$

Calcul de l'investissement désiré :

Si (s = 1 Ou Prix = 1,2) Alors

$\text{Id} = (1 + \text{Dépréciation}) * \text{temp} + (((\text{Revenu} / 1,2) - \text{ProductionTotale}) / \text{.Productivité})$

Sinon

$\text{Id} = (1 + \text{Dépréciation} - ((1 + (1-s) * \text{phi}) * \text{.Coût} / ((1 + (1-s) * \text{phi} - s) * \text{.Productivité} * \text{Prix})) * \text{temp}$

Fin Si

Calcul de l'investissement réalisable :

Si (.Profit > 0) Alors

$\text{Ir} = (\text{Dépréciation} + F * \text{.Profit}) * \text{.Capital}$

Sinon

$\text{Ir} = (\text{Dépréciation} + \text{.Profit}) * \text{.Capital}$

Fin Si

Calcul de l'investissement effectif :

Si Id < Ir Alors Ieff = Id Sinon Ieff = Ir

Si Ieff < 0 Alors Ieff = 0

Calcul du capital en t+1 :

$$.Capital = (1 - Dépréciation) * .Capital + Ieff$$

Fin Avec

Suivant

Fin Proc

Mécanismes d'entrées des firmes

Pour modéliser les mécanismes d'entrées des firmes, il convient d'abord de réviser la procédure main : les calculs de production, profit, R&D, investissement et sortie n'ont lieu que si le nombre de firmes en vie (FirmesVivantes) est non nul. Si ce nombre est nul, on lance seulement la procédure d'entrée innovante puisque l'entrée de la première firme ne peut se faire que par ce biais, et l'on incrémente la productivité latente de tdc%.

Proc main()

Dcl i; j; te; date En Entier

Appeler Initialisation

Pour i = 1 à NombrePériodes

Si FirmesVivantes > 0 Alors

Appeler Production

Appeler Profit

Appeler RD

Appeler Investissement

Appeler Sortie

Appeler EntréeInnovative

Appeler EntréeImitative

Sinon

Appeler EntréeInnovative

Fin Si

ProductivitéLatente = ProductivitéLatente * (1 + tdc)

Suivant

Fin Proc

Les deux procédures d'entrée innovante et d'entrée imitative obéissent à la même logique : on voit si la firme dispose d'un droit de tirage ; dans l'affirmative on détermine le coefficient potentiel ; on lance une fonction TestEntrée qui prend la valeur Vrai si la firme entre effectivement ; enfin, si tel est le cas, on redimensionne le tableau de firmes et l'on initialise les propriétés de la nouvelle firme (procédure NouvelleFirme).

Proc EntréeInnovative()

Dcl i; j En Entier
 Dcl N En Simple
 Dcl PossibleInnovation; PossibleCapital; PossiblePrix En Simple

Droit de tirage :

$N = \text{AlphaN} * \text{DépensePubInnov}$
 Si $N > \text{ValAléatoire}$ Alors

Coefficient potentiel :

$\text{PossibleInnovation} = \text{Application.LoiNormaleInverse}(\text{ValAléatoire}; \text{ProductivitéLatente}; 0,05 * \rho \text{ProductivitéLatente})$

Test de l'entrée, incrémentation du nombre de firmes, redimensionnement du tableau de firmes :

Si $\text{TestEntrée}(\text{PossibleInnovation}; \text{PossibleCapital}; \text{PossiblePrix})$ Alors

$\text{NombreFirmesFutur} = \text{NombreFirmesFutur} + 1$
 ReDim Préservé Firmes(NombreFirmesFutur)

Initialisation de la nouvelle firme :

Appeler NouvelleFirme(NombreFirmesFutur; PossibleInnovation; PossibleCapital; PossiblePrix)

Fin Si

Fin Si

Fin Proc

La procédure EntréeImitative obéit à la même logique :

Proc EntréeImitative()

Dcl j En Entier

Dcl M En Simple

Dcl PossibleImitation; PossibleCapital; PossiblePrix En Simple

$M = \text{AlphaM} * \text{DépensePubImit}$

Si $M > \text{ValAléatoire}$ Alors

$\text{PossibleImitation} = \text{TirageImitation}(\text{NombreFirmes} + 1)$

Si $\text{TestEntrée}(\text{PossibleImitation}; \text{PossibleCapital}; \text{PossiblePrix})$

Alors

$\text{NombreFirmesFutur} = \text{NombreFirmesFutur} + 1$

ReDim Préservé Firmes(NombreFirmesFutur)

Appeler NouvelleFirme(NombreFirmesFutur; PossibleImitation; PossibleCapital; PossiblePrix)

Fin Si

Fin Si

Fin Proc

La fonction TestEntrée est une fonction booléenne qui renvoie la valeur Vrai ou Faux. Ae est le coefficient potentiel d'imitation ou d'innovation de l'entrant éventuel. Ke est le stock de capital de l'entrant et Pe le prix qu'il anticipe.

Fonction TestEntrée(Ae; Ke; Pe) En Booléen
Dcl ErreurEntrée; RentabilitéAnticipée; Barrières

Ae est pondéré avec le coefficient résumant la technique publique (BasePublique) qui est égale à la productivité latente de la première période :

$$Ae = \text{Gamma} * Ae + (1 - \text{Gamma}) * \text{BasePublique}$$

Ke est déterminé aléatoirement et tronqué à gauche à 11,3 :

$$\begin{aligned} Ke &= \text{Application.LoiNormaleInverse(ValAléatoire; 25; 7,5)} \\ \text{Si } Ke < 11,3 \text{ Alors } Ke &= 11,3 \end{aligned}$$

Pe est le prix anticipé par la firme. Il est égal à 1,2 si aucune firme n'est présente ou s'il est supérieur à 1,2 (prix plafond).

Si ProductionTotale > 0 Alors
 Pe = Revenu / (ProductionTotale + Ae * Ke)
 Si Pe > 1,2 Alors Pe = 1,2
Sinon
 Pe = 1,2
Fin Si

Une fois calculée la rentabilité anticipée, on détermine la valeur de la fonction TestEntrée :

ErreurEntrée = Application.LoiNormaleInverse(ValAléatoire; 0; 0,014)
RentabilitéAnticipée = Pe * Ae - 0,16 - ErreurEntrée
Si RentabilitéAnticipée > 0,007 Alors TestEntrée = Vrai Sinon TestEntrée = Faux
Fin Fonction

La procédure NouvelleFirme initialise les propriétés de la nouvelle firme :

Proc NouvelleFirme(x; Ae; Ke; Pe)
Avec Firmes(x)
 .Productivité = Ae
 .Coût = 0,16
 .Capital = Ke
 .DépenseInnovation = 0,005

```

.DépenseImitation = 0,002
.Performance = Pe * Ae ~ .Coût ~ .DépenseInnovation ~
.DépenseImitation
Fin Avec
Fin Proc

```

Modèles spatialisés

La spatialisation du modèle évolutionniste est assez simple : on définit une nouvelle propriété Région à l'objet firme :

```

Type Firme
  Productivité En Simple
  ProductivitéFuture En Simple
  Capital En Simple
  Production En Simple
  Coût En Simple
  DépenseInnovation En Simple
  DépenseImitation En Simple
  Profit En Simple
  Performance En Simple
  Sortie En Entier
  Région en entier
Fin Type

```

Région prendra la valeur 1 ou la valeur 2 dans le cas du modèle à deux régions. Dans le cas d'activités de R&D globales, c'est seulement au moment de l'entrée des firmes que cette variable intervient. Il suffit en fait de lancer deux fois les procédures d'entrées de firmes, une fois par région. Les autres procédures sont conservées.

Dans le cas d'imitations locales, certaines modifications doivent être apportées à la procédure TirageImitation que l'on appellera par exemple comme suit :

```

ProdIm=TirageImitation( i ; .Région)

```

On passe un paramètre supplémentaire qui indique la localisation de la firme. La fonction s'écrit :

```

Fonction TirageImitation(x ; R En Entier) En Simple
Dcl i En Entier
Dcl K; T; Rand En Simple
  K = 0; T = 0
  Pour i = 1 à NombreFirmes
    Si (i <> x Et Firmes(i).Région=R) Alors K = K +

```

```

Firmes(i).Capital
  Suivant
    Rand = ValAléatoire
    i = 0
    Faire
      i = i + 1
      Si (i <> x Et Firmes(i).Région=R) Alors T = T + Firmes(i).Capital / K
    Boucle TantQue T < Rand
  TirageImitation = Firmes(i).Productivité
Fin Fonction

```

C'est-à-dire que l'on teste l'appartenance des firmes à la région de la firme imitatrice. Pour ce qui est des activités de R&D 'locales', on modifie en plus le tirage de l'innovation ou de l'entrée innovatrice en écrivant par exemple :

```

m= ProductivitéLa-
tente*(1+ProductivitéMoyenneRégion(.Région)/ProductivitéMoyenne)
ProdInn = Application.LoiNormaleInverse(ValAléatoire; m ; 0,05*m)

```

La moyenne de la loi normale est égale à la productivité latente multipliée par la productivité moyenne relative de la région.

Lorsque qu'un suppose que ρ et/ou γ varient avec le temps, on définit une fonction logistique de la forme :

```

Fonction Logistique(X; Xmin; Xmax; Xvitesse) En Simple
  Logistique = X + Xvitesse * ((Xmax - X) / (Xmax - Xmin)) * (X - Xmin)
Fin Fonction

```

Et l'on appellera par exemple pour γ :

```

Gamma = Logistique(Gamma; GammaMin; GammaMax; GammaVitesse)

```

Modèles à plusieurs ensembles de compétences

Lorsqu'on introduit la possible existence de plusieurs ensembles de compétences, il convient de modifier certaines variables : chaque ensemble de compétences peut être défini par la productivité de sa 'base publique', par sa productivité latente, par le taux de croissance de cette productivité, et, éventuellement, par son coefficient γ . On ajoute également une variable TypeCompétences à l'objet Firme qui pourra prendre, dans le cas le plus simple du modèle à deux ensembles de compétences, la valeur 1 ou 2.

L'apparition d'un nouvel ensemble de compétences peut se faire de manière aléatoire ou, comme nous l'avons fait pour rendre plus lisibles les résultats, à une période donnée (à la date 100). On écrit dans `Main`, par exemple :

Si `PériodeCourante=100` Alors Appeler `NewCompétences`

La procédure `NewCompétences` s'écrit :

`Proc NewCompétences()`

`NbComp` est le nombre d'ensemble de compétences. On l'incrmente de 1 à l'apparition d'un nouvel ensemble :

`NbComp = NbComp + 1`

On redimensionne les variables spécifiques aux ensembles de compétences :

`ReDim Préservé ProductivitéLatente(NbComp); BasePublique(NbComp); tdc(NbComp) ; Gamma(NbComp)`

Dans le cas de figure envisagé ici, on suppose que la productivité latente, son taux de croissance et le degré d'applicabilité du nouvel ensemble sont les mêmes que pour l'ancien ensemble. S'il s'agit du premier ensemble, on affecte les valeurs habituelles :

`ProductivitéLatente(NbComp) = ProductivitéLatente(NbComp - 1)`

`tdc(NbComp) = tdc(NbComp - 1)`

`Gamma(NbComp) = Gamma(NbComp - 1)`

L'instruction essentielle consiste à supposer qu'à son apparition, la productivité de la base publique du nouvel ensemble est égale à la productivité latente. Elle est donc nécessairement plus élevée que la productivité de la base publique de l'ancien ensemble :

`BasePublique(NbComp) = ProductivitéLatente(NbComp)`

`Fin Proc`

A chaque période, les paramètres sont modifiés par l'appel de la procédure `EvolutionCompétences` :

`Proc EvolutionCompétences()`

`Dcl i En Entier`

`Pour i = 1 à NbComp`

`ProductivitéLatente(i) = ProductivitéLatente(i) * (1 + tdc(i))`

`Gamma(i) = Logistique(Gamma(i); GammaMin; GammaMax; GammaVitesse)`

`Suivant`

`Fin Proc`

Les procédures relatives aux activités de R&D doivent être modifiées. Le tirage de l'innovation est simplement modifié en prenant comme moyenne de la loi normale la productivité latente correspondant à l'ensemble de compétences détenu par la firme ou l'entrant potentiel :

```
ProdInn = Application.LoiNormaleInverse(ValAléatoire; ProductivitéLatente(.TypeCompétences); 0,05*ProductivitéLatente(.TypeCompétences))
```

Certaines modifications doivent également être apportées à la procédure TirageImitation que l'on appellera par exemple comme suit :

```
ProdIm=TirageImitation( i ; .Région ; .TypeCompétences)
```

On passe un paramètre supplémentaire qui indique l'ensemble de compétences sur lequel s'appuie la firme. La fonction s'écrit :

```
Fonction TirageImitation(x ; R ; TypeComp En Entier) En Simple
Dcl i En Entier
Dcl K; T; Rand En Simple
  K = 0; T = 0
  Pour i = 1 à NombreFirmes
    Avec Firmes(i)
      Si (i <> x Et .Région=R et .TypeCompétences = TypeComp) Alors
        K = K + .Capital
      Fin Avec
    Suivant
      Rand = ValAléatoire
      i = 0
      Faire
        i = i + 1
        Avec Firmes(i)
          Si (i <> x Et .Région=R et .TypeCompétences = TypeComp) Alors
            T = T + .Capital / K
          Fin Avec
      Boucle TantQue T < Rand
  TirageImitation = Firmes(i).Productivité
Fin Fonction
```

Un triple test est défini : la firme à imiter doit être différente de la firme imitatrice ($i \neq x$), elle doit, dans le cas d'imitations locales, appartenir à la même région ($.Région=R$) et, enfin, elle doit s'appuyer sur le même ensemble de compétences ($.TypeCompétences=TypeComp$).

Les procédures de calcul de la production, du profit, de l'investissement, et de la sortie des firmes ne sont pas modifiées.

Bibliographie

- Abraham-Frois G., 1991, **Dynamique économique**, Dalloz-7ème édition, Paris.
- Abramovitz M., 1952, *Economics in Growth*, in **B. Haley, 1952**, pp. 132-178.
- Abramovitz M., 1956, *Ressources and output trends in the United States since 1870*, **American Economic Review**, 46, pp. 5-23.
- Abramovitz M., 1986, *Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind*, **Journal of Economic History**, 46 (2), pp. 385-406.
- Abramovitz M., 1989, **Thinking about Growth**, Cambridge University Press, Cambridge.
- Abramovitz M., 1994, *Catch-up and Convergence in the Post-War Growth Boom and After*, in **W. Baumol, R. Nelson, E. Wolff, 1994**, pp. 86-125.
- Abramovitz M., David P., 1994, *Convergence and Deferred Catch-up*, (Productivity Leadership and the Waning of American Exceptionalism), **Working Paper**, Stanford University.
- Aghion P., 1998, *Entretien au journal Le Monde*, **Le Monde**, mardi 12 mai, p. 11.
- Aghion P., Howitt P., 1989, *A Model of Growth Through Creative Destruction*, **Econometrica**, 60, pp. 323-351.
- Alchian A., 1950, *Uncertainty, evolution, and economic theory*, **Journal of Political Economy**, 58, pp. 211-221.
- Alchian A., Demsetz M., 1972, *Production, Information and Economic Organisation*, **American Economic Review**, 62, pp. 783-793.
- Amable B., 1992, *Effets d'apprentissage, compétitivité hors-prix et croissance cumulative*, **Economie Appliquée**, 45 (3), pp. 5-31.
- Amable B., Barré R., Boyer R., 1997, *Les systèmes d'innovation à l'ère de la globalisation*, **Economica**, Paris.
- Amable B., Guellec D., 1992, *Un panorama des théories de la croissance endogène*, **Revue d'Economie Politique**, 102 (3), pp. 313-400.
- Amendola M., Gaffard J.-L., 1988, **La dynamique économique de l'innovation**, *Economica*, Paris.
- Amendola M., Guerrieri P., Padoan P., 1992, *International Patterns of Technological Accumulation and Growth*, **Conference de l'European Association for Research in Industrial Economics (EARIE)**, Ferrare, 1-3 septembre.

- Andersen E., 1996, *The Nelson and Winter Models Revisited : Prototypes for Computer-Based Reconstruction of Schumpeterian Competition*, **DRUID Working Paper**, 96-2.
- Antonelli C., 1995, **The Economics of Technological Change and Industrial Dynamics**, *Kluwer Academic Publisher*, Dordrecht.
- Archibugi D., Michie J., 1997, **Technology, Globalisation and Economic Performance**, *Cambridge University Press*, Cambridge.
- Archibugi D., Pianta M., 1992, **The Technological Specialization of Advanced Countries**, (A report to the EEC on International Science and Technology Activities), *Commission of the European Communities - Kluwer Academic Publishers*.
- Arena R., Benzoni L., De Bandt J., Romani P.-M., 1991, **Traité d'économie industrielle**, *Economica*, Paris.
- Arrous J., 1991, **Croissance et fluctuations**, (Macroéconomie de longue période), *Daloz*, Paris.
- Arrow K., 1962, *The Economic Implications of Learning by Doing*, **Review of Economic Studies**, 29, pp. 155-173.
- Arthur B., 1988, *Competing Technologies : an overview*, in **G. Dosi & al., 1988**, pp. 591-607.
- Arthur W., 1989, *Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events*, **The Economic Journal**, 99, pp. 116-131.
- Artus P., 1993, *Croissance endogène : revue des modèles et tentatives de synthèse*, **Revue Economique**, 2, pp. 189-228.
- Atkinson A., Stiglitz J., 1969, *A New View of Technological Change*, **The Economic Journal**, pp. 573-578.
- Audretsch D., 1995, **Innovation and Industry Evolution**, *The MIT Press*, Cambridge.
- Audretsch D., Feldman M., 1996, *R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production*, **American Economic Review**, 86 (3), pp. 630-640.
- Axelrod R., 1984, **The evolution of cooperation**, *Basic Books*, New-York.
- Axelrod R., 1992, **Donnant donnant**, (Théorie du comportement coopératif), *Odile Jacob*, Paris.
- Aydalot P., 1985, **Economie régionale et urbaine**, *Economica*, Paris.
- Aydalot P., 1986, (ed.), **Milieux innovateurs en Europe**, *GREMI*, Paris.

- Azariadis C., Drazen A., 1990, *Threshold Externalities in Economic Development*, **Quarterly Journal of Economics**, 106 (2), pp. 407-443.
- Barro R., 1990, *Government spending in a simple model of endogenous growth*, **Journal of Political Economy**.
- Barro R., 1997, **Determinants of Economic Growth**, MIT Press, Cambridge.
- Barro R., Sala i Martin X., 1990, *Economic growth and convergence across the United States*, **NBER Working Paper Series**, 3419.
- Barro R., Sala i Martin X., 1996, **La croissance économique**, Mc Graw Hill/Ediscience, Paris.
- Barthélemy M.-C., 1989, **Mathématiques des systèmes dynamiques**, *Mémentos Dalloz*, Paris.
- Baslé M., Delorme R., Lemoigne J.-L., Paulré B., 1998, **Apports de l'évolutionnisme contemporain à l'étude de la firme et de l'industrie**, L'Harmattan, (à paraître).
- Baumol W., 1968, *Entrepreneurship in Economic Theory*, **American Economic Review**, 58 (2), pp. 64-71.
- Baumol W., 1986, *Productivity Growth, Convergence and Welfare : What the Long-Run Data Show*, **American Economic Review**, 76 (5), pp. 1072-1085.
- Baumol W., 1994, *Multivariate Growth Patterns : Contagion and Common Forces as Possible Sources of Convergence*, in W. Baumol, R. Nelson, E. Wolff, 1994, pp. 62-85.
- Baumol W., Nelson R., Wolff E., 1994, (eds.), **Convergence of Productivity**, (Cross-National Studies and Historical Evidence), Oxford University Press, Oxford.
- Baumol W., Wolff E., 1988, *Productivity Growth, Convergence, and Welfare : Reply*, **American Economic Review**, 78 (5), pp. 1155-1159.
- Baumont C., 1994, *Croissance endogène et croissance des régions*, (vers une théorie de la croissance endogène spatialisée), **Colloque de l'ASRDLF "L'intégration régionale des espaces"**-Université des Antilles et de la Guyane.
- Baumont C., 1995, *Economies d'agglomération et dynamiques endogènes de croissance des régions*, **XLIV congrès annuel de l'Association Française de Science Economique**.
- Baumont C., Huriot J.-M., 1997, *Economic Geography and Growth*, (Recent Advances and New Results), **Document de travail du Latec**, 9715.
- Becattini G., 1992, *Le district industriel, une notion socio-économique*, in G. Benko, A. Lipietz, 1992, pp. 35-55.

- Beine M., Docquier F., Hecq A., 1997, *Convergence des groupes en Europe : une analyse sur données régionales*, **Colloque ASRDLF "Renouveau Régional, Renouveau Urbain"**, Lille.
- Benko G., Lipietz A., 1992, (dir.), **Les régions qui gagnent.**, PUF, Paris.
- Benzoni L., 1990, *Approches de la concurrence en économie industrielle*, in **Arena, Benzoni, De Bandt, Romani, 1991**, pp. 396-410.
- Bernard A., Durlauf S., 1995, *Convergence in International Output*, **Journal of Applied Econometrics**, 10, pp. 97-108.
- Bernard A., Durlauf S., 1996, *Interpreting Tests of the Convergence Hypothesis*, **Journal of Econometrics**, 71, pp. 161-173.
- Bernard A., Jones C., 1996a, *Comparing Apples to Oranges : Productivity Convergence and Measurement Across Industries and Countries*, **American Economic Review**, 86 (5), pp. 1216-1238.
- Bernard A., Jones C., 1996b, *Productivity across Industries and Countries : Time Series Theory and Evidence*, **The Review of Economics and Statistics**, 78 (1), pp. 135-146.
- Bernard A., Jones C., 1996c, *Technology and Convergence*, **The Economic Journal**, 106, pp. 1037-1055.
- Blanchard O., Katz L., 1992, *Regional Evolutions*, **Brooking Papers on Economic Activity**, 1, pp. 1-61.
- Borts G., Stein J., 1964, **Economic growth in a free market**, Columbia University Press, New-York and London.
- Boscq D., Lecoutre J.-P., 1987, **Théorie de l'estimation fonctionnelle**, *Economica - ENSAE*, Paris.
- Bouba-Olga O., 1997, *Hétérogénéité micro-économique, changement technique et processus d'agglomération*, **Revue d'Economie Régionale et Urbaine**, 3, pp. 343-362.
- Bouba-Olga O., 1998, *Dynamiques industrielles et dynamiques spatiales : l'apport des modèles évolutionnistes*, in **M. Baslé, R. Delorme, J.-L. Lemoigne, B. Paulré, 1998**, (à paraître).
- Bouba-Olga O., Chauchefoin P., 1997, *Le rôle des réseaux productifs dans la dynamique territoriale : perspectives et enjeux en termes d'équité socio-spatiale*, **Flux**, 27-28, pp. 59-69.
- Boulding K., 1991, *What is evolutionary economics ?*, **Journal of Evolutionary economics**, 1, pp. 9-17.

- Boyer A., Chavance B., Godard O., 1991, **Les figures de l'irréversibilité en économie**, EHESS, Paris.
- Boyer R., 1992, *Les alternatives au fordisme*, (des années 80 au XXI^{ème} siècle), in **G. Benko, A. Lipietz, 1992**, pp. 189-223.
- Boyer R., Orléan A., 1994, *Persistance et changement des conventions*, (Deux modèles simples et quelques illustrations), in **A. Orléan, 1994**, pp. 219-248.
- Boyer R., Orléan A., 1995, *Stabilité de la coopération dans les jeux évolutionnistes stochastiques*, **Revue Economique**, 46 (3), pp. 797-806.
- Boyer R., Schmeder G., 1990, *Division du travail, changement technique et croissance : un retour à Adam Smith*, **Revue Française d'Economie**, 5 (1), pp. 125-194.
- Boyle G., McCarthy T., 1997, *A Simple Measure of β -Convergence*, **Oxford Economic Papers**, 59 (2), pp. 257-264.
- Brezis E., Krugman P., Tsiddor D., 1993, *Leapfrogging in International Competition : A Theory of Cycles in National Technological Leadership*, **American Economic Review**, 83 (5), pp. 1211-1219.
- Broadberry S., 1993, *Manufacturing and the Convergence Hypothesis : What the Long-Run Data Show*, **Journal of Economic History**, 53 (4), pp. 772-795.
- Brousseau E., 1993, **L'économie des contrats**, (Technologies de l'information et coordination interentreprises), PUF, Paris.
- Byé M., Destanne de Bernis G., 1987, **Relations économiques internationales**, Dalloz, Paris.
- Capron H., 1994, *La dynamique de croissance des régions en Europe*, **Colloque ASRDLF "L'intégration régionale des espaces"**, Fort de France, Martinique (publié dans : **Célimène F., Lacour C., 1997**, pp. 105-122).
- Célimène F., Lacour C., 1997, **L'intégration régionale des espaces**, *Economica-ASRDLF*, Paris.
- Chauchefoin P., 1994, **Les réseaux productifs**, (De l'organisation des activités au développement des territoires), *Thèse de Doctorat, Université de Poitiers*, Poitiers.
- Chiappori P.-A., 1984, *Sélection naturelle et rationalité absolue des entreprises*, **Revue Economique**, 1, pp. 87-107.
- Cimoli M., Dosi G., 1995, *Technological Paradigms, Patterns of Learning and Development : an Introductory Roadmap*, **Journal of Evolutionary economics**, 5, pp. 243-268.

- Coase R., 1987 (1937), *La nature de la firme*, **Revue Française d'Economie**, pp. 133-163.
- Cohen M., Burkhart R., Dosi G., Egidì M., Marengo L., Warglien M., Winter S., 1995, *Routines and other recurring action patterns of organizations : contemporary research issues*, **Working Paper, Santa Fe Institute**, pp. 1-50.
- Cohendet P., Llerena P., Sorge A., 1992, *Technological diversity and coherence in europe : an analytical overview*, **Revue d'Economie Industrielle**, 59, pp. 9-26.
- Commissariat Général du Plan, 1993, **Recherche et Innovation : le temps des réseaux**, *La Documentation Française*, Paris.
- Corei T., 1995, **L'économie institutionnaliste**, *Economica*, Paris.
- Coriat B., Weinstein O., 1995, **Les nouvelles théories de l'entreprise**, *Le Livre de Poche*, Paris.
- Courlet C., Pecqueur B., Soulage B., 1993, *Industrie et dynamiques de territoires*, **Revue d'Economie Industrielle**, 64, pp. 7-21.
- Cowan R., Cowan W., 1997, *On Clustering in the Location of R&D : Statics and Dynamics*, **Premières journées de la proximité "Proximités et coordination économique"**, Lyon.
- Dalle J.-M., 1995, *Dynamiques d'adoption, coordination et diversité : la diffusion des standards techniques*, **Revue Economique**, 46 (4), pp. 1081-1098.
- Dalle J.-M., 1997, *Heterogeneity vs. Externalities in Technological Competition : A Tale of Standardization and Coexistence*, **Journal of Evolutionary Economics**, Forthcoming, 20 pages.
- Dasgupta P., Stoneman P., 1987, (eds), **Economic Policy and Technological Performance**, *Cambridge University Press*, Cambridge.
- Davezie L., 1995, *L'inégalité spatiale en France*, in M. Savy, P. Veltz, 1995, pp. 169-183.
- David P., 1985, *Clio and the economics of QWERTY*, **American Economic Review**, 75 (2), pp. 332-337.
- David P., 1990, *General purpose engines, investment and productivity growth : from the dynamo revolution to the computer revolution*, in Deiaco, Hornell et Vickery, 1990, pp. 141-154.
- David P., Foray D., 1995, *Dépendance du sentier et économie de l'innovation : un rapide tour d'horizon*, **Revue d'Economie Industrielle**, (hors série), pp. 27-52.
- Day R., 1982, *Irregular Growth Cycles*, **American Economic Review**, 72, pp. 406-414.

- De Long J., 1988, *Productivity Growth, Convergence, and Welfare : Comment*, **American Economic Review**, 78 (5), pp. 1138-1154.
- Defalvard H., 1996, *L'économiste et les faits stylisés - Vers une mutation du savoir économique ?*, **Economies et Sociétés**, 22 (4-5), pp. 355-373.
- Deiaco E., Hornell E., Vickery G., 1990, **Technology and investment**, (Crucial issues for the 1990s), *Pinter Publishers*, London.
- Delapierre M., 1995, *De l'internationalisation à la globalisation*, in **M. Savy, P. Veltz, 1995**, pp. 15-26.
- Delapierre M., 1998, *Globalisation et rôle stratégique accru de la connaissance : vers l'émergence de nouvelles formes d'oligopoles*, **Colloque de l'EPEE-IERS/GRIEF-CEREM "Technologie et connaissance dans la mondialisation"**, Poitiers, 9-11 septembre 1998.
- Denison E., 1962, **The Sources of Economic Growth and Productivity in the United States and the Alternatives before US**, *Committee for Economic Development*, New-York.
- Denison E., 1967, **Why Growth Rates Differ : Post-War Experience in nine Western Countries**, *Brookings Institution*, Washington D.C..
- Denison E., 1991, *Scott's A New View of Economic Growth : A Review Article*, **Oxford Economic Papers**, 43 (2), pp. 224-236.
- Derycke P.-H., 1992, (présenté par), **Espace et dynamiques territoriales**, *Economica*, Paris.
- Diner S., 1996, *Le chaos. Puissance et impuissance*, **Revue du Palais de la découverte**, 234, pp. 21-45.
- Dixit A., Stiglitz J., 1977, *Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity*, **American Economic Review**, 67 (3), pp. 297-308.
- Dixon R., Thirlwall P., 1975, *A Model of Regional Growth-rate Differences on Kaldorian Lines*, **Oxford Economic Papers**, 27 (2), pp. 201-214.
- Dollar D., Wolff E., 1988, *Convergence of Industry Labor Productivity among Advanced Economies, 1963-1982*, **The Review of Economics and Statistics**, 70 (4), pp. 549-558.
- Dollar D., Wolff E., 1994, *Capital Intensity and TFP Convergence by Industry in Manufacturing, 1963-1985*, in **W. Baumol, R. Nelson, E. Wolff, 1994**, pp. 197-224.
- Dosi G., 1988, *Sources, procedures and microeconomic effects of innovation*, **Journal of Economic Literature**, 26, pp. 1120-1171.

- Dosi G., 1991, *Some thoughts on the promises, challenges and dangers of an "evolutionary perspectives" in economics*, **Journal of Evolutionary Economics**, 1, pp. 1-5.
- Dosi G., 1992, *Industrial organisation, competitiveness and growth*, **Revue d'Economie Industrielle**, 59, pp. 27-45.
- Dosi G., Egidio M., 1991, *Substantive and procedural uncertainty*, (An exploration of economic behaviours in changing environments), **Journal of Evolutionary economics**, 1, pp. 145-168.
- Dosi G., Fabiani S., 1994, *Convergence and divergence in the long-term growth of open economies*, in **G. Silverberg et L. Soete, 1994**, pp. 119-146.
- Dosi G., Freeman C., Nelson R., Silverberg G., Soete L., 1988, **Technical Change and Economic Theory**, Pinter Publishers, London.
- Dosi G., Kaniovski Y., 1994, *The method of generalised urne schemes in the analysis of technological and economic dynamics*, in **G. Silverberg, L. Soete, 1994**, pp. 261-284.
- Dosi G., Marengo L., Bassanini A., Valente M., 1994, *Norms as emergent properties of adaptive learning*, (The case of economic routines), **Working Paper, IIASA, Laxenburg, Austria**, 94 (73), pp. 1-24.
- Dosi G., Marsili O., Orsenigo L., Salvatore R., 1995, *Learning, market selection and the evolution of industrial structures*, **Small Business Economics**, 7, pp. 1-26.
- Dosi G., Nelson R., 1994, *An introduction to evolutionary theory in economics*, **Journal of Evolutionary economics**, 4, pp. 153-172.
- Dosi G., Teece D., Winter S., 1990, *Les frontières des entreprises : vers une théorie de la cohérence de la grande entreprise*, **Revue d'Economie Industrielle**, 51, pp. 238-254.
- Dowrick S., Nguyen D., 1989, *OECD Comparative Economic Growth 1950-85 : Catch-Up and Convergence*, **American Economic Review**, 79 (5), pp. 1010-1030.
- Drumetz F., Erkel-Rousse H., Jaillard P., 1993, *La convergence régionale et l'UEM*, **Economie et Statistique**, 262-263 (2/3), pp. 135-147.
- Dubois P., 1990, *Production et productivité*, in **X. Greffe, J. Mairesse, J.-L. Reiffers, 1990**, pp. 817-846.
- Dupuy C., 1995, *Conventions et dynamique collective de proximité*, **Revue d'Economie Régionale et Urbaine**, 95 (5), pp. 871-888.
- Dupuy J.-P., Eymard-Duvernay F., Favereau O., Orléan A., Salais R., Thévenot L., 1989, *Introduction*, **Revue Economique**, pp. 141-145.

- Durlauf S., 1996, *On the Convergence and Divergence of Growth Rates*, **Economic Journal**, 106, pp. 1016-1018.
- Durlauf S., Johnson P., 1995, *Multiple Regimes and Cross Country Growth Behavior*, **Journal of Applied Econometrics**, 10 (4), pp. 365-384.
- Durlauf S., Quah D., 1998, (à paraître dans Handbook of Macroeconomics), *The New Empirics of Economic Growth*, **Centre for Economic Performance Discussion Paper**, n°384.
- Eatwell J., Milgate M., Newman P., 1987, (eds), **The New Palgrave**, (A Dictionary of Economics), *Macmillan*, London.
- Economies et Sociétés, 1987, **La pensée de Karl Popper et la science économique**, 10.
- Economies et Sociétés, 1993, **La firme et la dynamique de l'apprentissage**, 5.
- Egidi M., 1993, *Routines, hierarchies of problems, procedural behaviour : some evidence from experiments*, **Working Paper : University of Trento, Department of Economics**.
- Elias N., 1991, **La société des individus**, *Fayard*, Paris.
- Eliasson G., Eliasson A., 1996, *The Biotechnological Competence Bloc*, **Revue d'Economie Industrielle**, 78, pp. 7-26.
- Elmslie B , Milberg W., 1996, *The Productivity Convergence debate : a Theoretical and Methodological Reconsideration*, **Cambridge Journal of Economics**, 20, pp. 153-182.
- Englander, Evenson R., Hazanaki M., 1988, *La R&D, l'innovation et le ralentissement de la productivité des facteurs*, **Revue Economique de l'OCDE**, 11, pp. 7-47.
- Englmann F., Walz U., 1995, *Industrial Centers and Regional Growth in the Presence of Local Inputs*, **Journal of Regional Science**, 35 (1), pp. 3-27.
- Enke S., 1951, *On Maximizing Profits : a Distinction between Chamberlin and Robinson*, **American Economic Review**, 41.
- Fagerberg J., 1988, *Why Growth Rates Differ*, in **G. Dosi & al., 1988**, pp. 432-457.
- Fagerberg J., 1995, *Convergence or Divergence ? The Impact of Technology on "Why Growth Rates Differ"*, **Journal of Evolutionary Economics**, 5, pp. 269-284.
- Fagerberg J., Verspagen B., 1995, *Heading for Divergence ? Regional Growth in Europe reconsidered*, **CRENoS Conference on "Economic Integration and Regional Gaps"**, Cagliari, Italy.

- Fauchart E., 1996, *Some collective efficiency implications of deviant behaviors*, **Document de travail du CRIFES-METIS**.
- Fingleton B., 1997, *Specification and Testing of Markov Chain Models: an Application to Convergence in the European Union*, **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, 59 (3), pp. 385-403.
- Foray D., 1996, *Repères pour une économie historique du changement technique*, **Economies et Sociétés**, 22 (4-5), pp. 395-428.
- Foray D., David P., 1995, *Dépendance du sentier et économie de l'innovation : un rapide tour d'horizon*, **Revue d'Economie Industrielle**, Hors-Série, pp. 27-52.
- Foray D., Freeman C., 1992, **Technologie et richesse des nations**, *Economica*, Paris.
- Foray D., Lundvall B., 1996, *The knowledge-based economy : from the economics of knowledge to the learning economy*, **Séminaire IERSO**, Bordeaux.
- Foss N., 1996, *Capabilities and the Theory of the Firm*, **DRUID Working Paper**, 96 (8).
- Freeman C., 1987, **Technology Policy and Economic Performance : Lessons from Japan**, *Frances Pinter*, London.
- Freeman C., 1994, *The economics of technical change*, **Cambridge Journal of Economics**, 18, pp. 463-514.
- Freeman C., 1995, *The "National System of Innovation" in historical perspective*, **Cambridge Journal of Economics**, 19, pp. 5-24.
- Friedman M., 1953, **Essays in Positive Economics**, *The University of Chicago Press*, Chicago.
- Friedman M., 1992, *Do Old Fallacies Ever Die ?*, **Journal of Economic Literature**, 30, pp. 2129-2132.
- Fujita M. Thisse J.F., 1997, *Economlie géographique, problèmes anciens et nouvelles perspectives*, **Annales d'Economie et de Statistique**, 45, pp. 37-87.
- Gaffard J.-L., 1990a, **Economie industrielle et de l'innovation**, *Dalloz*, Paris.
- Gaffard J.-L., 1990b, *Innovation et changements structurels*, **Revue d'Economie Politique**, 100 (3), pp. 325-382.
- Gaffard J.-L., 1990c, *Mutations technologiques et choix stratégiques des entreprises*, in **R. Arena, L. Benzoni, J. De Bandt, P.-M. Romani, 1990**, pp. 660-673.
- Gaffard J.-L., 1995a, *De la substitution à la complémentarité : propositions pour un réexamen de la théorie de la firme et des marchés*, **Revue d'Economie In-**

- dustrielle, (hors série), pp. 305-316.
- Gaffard J.-L., 1995b, **Croissance et fluctuations économiques**, Montchrestien, Paris.
- Gaffard J.-L., Bruno S., Longhi C., Quéré M., 1993, **Cohérence et diversité des systèmes d'innovation en Europe**, Commission des communautés Européennes, Rapport de synthèse, vol. 19.
- Galor O., 1996, *Convergence ? Inferences from Theoretical Models*, **Economic Journal**, 106, pp. 1056-1069.
- Glaeser E., Kallal H., Scheinkman J., Shleifer A., 1992, *Growth in Cities*, **Journal of Political Economy**, 100 (6), pp. 1126-1152.
- Gort M., Klepper S., 1982, *Time Paths in the Diffusion Product Innovations*, **Economic Journal**, 92, pp. 630-653.
- Granovetter M., 1993, *Economic Action and Social Structure : the Problem of Embeddedness*, in R. Swedberg, 1993, pp. 3-41.
- Greffe X., 1994, **Economie des politiques publiques**, Dalloz, Paris.
- Greffe X., Mairesse J., Reiffers J.-L., 1990, (eds), **Encyclopédie Economique**, *Economica*, Paris.
- Griliches Z., 1957, *Hybrid corn : an exploration in the economics of technological change*, **Econometrica**, 25 (4), pp. 501-522.
- Grossman G., Helpman E., 1990, *Comparative advantage and long run growth*, **American Economic Review**, 80 (4), pp. 796-815.
- Grossman G., Helpman E., 1991, *Quality ladders in the theory of growth*, **Review of Economic Studies**, 58, pp. 43-61.
- Guellec D., 1992, *Croissance endogène : les principaux mécanismes*, **Economie et Prévision**, 106 (5), pp. 41-50.
- Guellec D., 1993a, **Innovation technologique, croissance et compétitivité**, INSEE Méthodes, Paris.
- Guellec D., 1993b, *Economie et technologie : quelques enseignements de la théorie économique.*, in Commissariat Général du Plan, 1993, pp. 97-108.
- Guellec D., Ralle P., 1991, *Product innovation and endogenous growth*, **Econometrica**, 91 (3).
- Guerrien B., 1990, *Quelques réflexions sur institutions, organisations et histoire*, **Economie Appliquée**, 90 (3), pp. 89-110.
- Guerrien B., 1993, **La théorie des jeux**, *Economica*, Paris.

- Hahn F., 1991, *The next hundred years*, **Economic Journal**, 101, pp. 47-50.
- Haley B., 1952, **A Survey of Contemporary Economies (vol. II)**, Irwin, Homewood, Illinois.
- Hall R., Jones C., 1997, *Levels of Economic Activity Across Countries*, **American Economic Review**, 87 (2), pp. 173-177.
- Hayek F., 1945, *The Use of Knowledge in Society*, **American Economic Review**, 35 (4), pp. 519-530.
- Hayek F., 1976 (1949), **Individualism and economic order**, Routledge and Kegan Paul Ltd, London.
- Hayek F., 1989, (Nobel memorial lecture, december, 11, 1974), *The pretence of knowledge*, **American Economic Review**, 79 (6), pp. 3-7.
- Helpman E., Krugman P., 1990, **Market structure and foreign trade**, (Increasing returns, imperfect competition, and the international economic), MIT, Cambridge.
- Hénin P.-Y., Le Pen Y., 1995, *Les épisodes de la convergence européenne*, **Revue Economique**, 46 (3), pp. 667-677.
- Hicks J., 1950, **The Trade Cycle**, Oxford University Press, Oxford.
- Hodgson G., 1986, *Behind Methodological Individualism*, **Cambridge Journal of Economics**, 10, pp. 211-224.
- Hodgson G., 1992, *The Reconstruction of Economics : Is There Still a Place for Neo-classical Theory ?*, **Journal of Economic Issues**, 26 (3), pp. 749-767.
- Hodgson G., 1996, *The Viability of Institutional Economics*, **Colloque METIS "Evolutionnisme"**, Paris - Sorbonne, 19-20 septembre 1996 (paru dans : Journal of Economic Literature (1998)).
- Iosso T., 1993, *Industry evolution with a sequence of technologies and heterogeneous ability*, (A model of creative destruction), **Journal of Economic Behavior and Organization**, 21, pp. 109-129.
- Iwai K., 1984a, *Schumpeterian dynamics*, (An evolutionary model of innovation and imitation), **Journal of Economic Behavior and Organization**, 5, pp. 159-190.
- Iwai K., 1984b, *Schumpeterian dynamics, part II*, (Technological progress, firm growth and "economic selection"), **Journal of Economic Behavior and Organization**, 5, pp. 321-351.
- Jacquard A., 1978, **Eloge de la différence**, (La génétique et les hommes), Editions du Seuil, Paris.

- Jacquemin A., Pench L., 1997, **Pour une compétitivité européenne**, (Rapport du groupe consultatif sur la Compétitivité), *De Boeck*, Paris.
- Jayet H., 1993, **Analyse spatiale quantitative**, *Economica*, Paris.
- Jayet H., Puig J.-P., Thisse J.-F., 1996, *Enjeux économiques de l'organisation du territoire*, **Revue d'Economie Politique**, 106 (1), pp. 127-158.
- Jean-Pierre P., 1997, *La convergence régionale européenne : une approche empirique par les clubs et les panels*, **Colloque ASRDLF "Renouveau Régional, Renouveau Urbain"**, Lille.
- Johnson P., Lundvall B., 1992, *Closing the institutional gap ?*, **Revue d'Economie Industrielle**, 59, pp. 111-123.
- Joly P.-B., Lemarié S., 1996, *Innovation et dynamique des interactions marchandes : apport spécifique des approches évolutionnistes*, **Colloque "Evolutionnisme" du METIS**, Paris Sorbonne.
- Jonard N., Llerena P., 1995, *Recours à la modélisation et à la simulation en économie évolutionniste*, **XLIV congrès annuel de l'Association Française de Science Economique**, Paris.
- Jonard N., Llerena P., Mehmanpazir B., 1996, *Local Interactions, learning and network externalities*, **Document de travail du BETA**, Strasbourg.
- Jonard N., Yildizoglu M., 1996, *Technological Diversity in an Evolutionary Industry Model with Localized Learning and Networks Externalities*, **Document de Travail du BETA**, Strasbourg.
- Jones C., 1997, *On the Evolution of the World Income Distribution*, **Journal of Economic Perspectives**, 11 (3), pp. 19-36.
- Jorgenson D., Griliches Z., 1967, *The explanation of productivity change*, **Review of Economic Studies**, 34, pp. 249-284.
- Journal of Post-Keynesian Economics, 1997, **numéro spécial : Minisymposium on Thirlwall's Law and Economic Growth in an Open Economy Context**, 19 (3).
- Jullien B., 1996, *Epuisement ou renouvellement des paradigmes ?*, (Les deux visages de l'apprentissage), **Séminaire du groupe "Evolutionnisme" de Paris I**, Paris.
- Kaldor N., 1957, *A Model of Economic Growth*, **Economic Journal**.
- Kaldor N., 1961, *Capital Accumulation and Economic Growth*, in F. Lutz, D. Hague, 1961, pp. 177-222.
- Kaldor N., 1966, **Causes of the Slow Rate of Economic Growth in the United King-**

dom, Cambridge University Press, Cambridge.

Kaldor N., 1981, *The Role of Increasing Returns, Technical Progress and Cumulative Causation in the Theory of International Trade and Economic Growth*, **Economie Appliquée**, 4, pp. 593-617.

Kaldor N., 1986, *Limits on Growth*, **Oxford Economic Papers**, 38, pp. 187-198.

Kaldor N., 1987, *Economie et instabilité*, **Economica**, Paris.

Kaldor N., 1987 (1972), *Les errements de la théorie de l'équilibre*, in N. Kaldor, 1987, pp. 89-106.

Kaldor N., 1987 (1983), *L'économie keynésienne cinquante ans après*, in N. Kaldor, 1987, pp. 125-156.

Kirat T., 1991, *Pourquoi une théorie évolutionniste du changement technologique ?*, **Economie Appliquée**, 44 (3), pp. 29-57.

Kirman A., 1991, *Information, communication et coordination*, **Economie Appliquée**, 44 (1), pp. 105-124.

Kirman A., 1992, *Variety : the coexistence of techniques*, **Revue d'Economie Industrielle**, 59, pp. 62-74.

Kirman A., Weisbuch G., 1997, *Market Organisation*, **Premières journées de la proximité "Proximités et coordination économique"**, Lyon.

Knight F., 1921, **Risk, uncertainty and profit**, Boston and New-York.

Krafft J., Maupertuis M.-A., 1996, *Institutionnalisme, Evolutionnisme et compétences des firmes*, (Le point de vue de Richard Nelson), **Revue d'Economie Industrielle**, 78, pp. 68-80.

Krugman P., 1981, *Trade, Accumulation and Uneven Development*, **Journal of Development Economics**, 8, pp. 149-161.

Krugman P., 1987, *The Narrow Moving Band, the Dutch Disease, and the Competitive Consequences of Mrs. Thatcher*, **Journal of Development Economics**, 27, pp. 41-55.

Krugman P., 1990a, **Rethinking international trade**, MIT Press, Cambridge.

Krugman P., 1990b, *Endogenous innovation, international trade and growth*, in P. Krugman, 1990a.

Krugman P., 1991a, *History versus Expectations*, **Quarterly Journal of Economics**, pp. 651-667.

Krugman P., 1991b, *Increasing returns and economic geography*, **Journal of Political**

- Economy**, 99 (3), pp. 483-499.
- Krugman P., 1993, *First nature, second nature, and metropolitan location*, **Journal of Regional Science**, 33 (2), pp. 129-144.
- Krugman P., 1994, *Complex Landscapes in Economic Geography*, **American Economic Review**, 84 (2), pp. 412-416.
- Krugman P., 1996, **The Self Organizing Economy**, Blackwell.
- Krugman P., Obstfeld M., 1992, **Economie internationale**, De Boeck-Wesmael SA - 1ère édition française, Bruxelles.
- Krugman P., Venables A., 1995, *The Seamless World : A Spatial Model of International Specialization*, **NBER Working Paper**, 5220.
- Kubo Y., 1995, *Scale Economies, Regional Externalities, and the Possibility of Uneven Development*, **Journal of Regional Science**, 35 (1), pp. 29-42.
- Labasse J., 1994, **Quelles régions pour l'Europe ?**, Flammarion, Paris.
- Lajugie J., Delfaud P., Lacour C., 1985, **Espace régional et aménagement du territoire**, Dalloz-2ème édition, Paris.
- Langlois R., 1995, *Capabilities and the theory of the firm*, **Paper for the colloquium in honor of G.B. Richardson**, St. John's College, Oxford, 9503002, pp. 1-26.
- Langlois R., Robertson P., 1995, **Firms, Markets and Economic Change**, (A dynamic Theory of Business Institutions), Routledge, London & New-York.
- Lazaric N., Monnier J.-M., 1995, (coord.), **Coordination économique et apprentissage des firmes**, Economica, Paris.
- Le Bas C., 1993a, *La firme et la nature de l'apprentissage*, **Economies et Sociétés**, 27 (5), pp. 7-23.
- Le Bas C., 1993b, *Apprentissage technologique et organisation*, (Une analyse des configurations micro-économiques), **Economies et Sociétés**, 27 (5), pp. 154-195.
- Le Bas C., 1995, **Economie de l'innovation**, Economica, Paris.
- Le Bas C., 1997, *Anticipations, compétence économique et régimes technologiques*, **Economie Appliquée**, 50(2), pp. 37-61.
- Le Bas C., Suchecki B., 1997, *Rattrapage technologique et croissance de la productivité sectorielle*, (Bilan des recherches et quelques résultats économétriques), **Revue d'Economie Industrielle**, 82 (4), pp. 73-92.

- Le Bas C., Zuscovitch E., 1992, *Formes d'interactivité et types de progrès techniques*, (Une relecture des théories économiques du changement technique), **Economie Appliquée**, 45 (1), pp. 23-51.
- Lecoq B., 1993, *Proximité et rationalité économique*, **Revue d'Economie Régionale et Urbaine**, 93 (3), pp. 469-486.
- Lesourne J., 1989a, *La science économique et l'auto-organisation de 1985 à 1989*, **Economie Appliquée**, 42 (3), pp. 5-10.
- Lesourne J., 1989b, *L'état des recherches sur l'ordre et le désordre en micro-économie*, **Economie Appliquée**, 42 (3), pp. 11-39.
- Lichtenberg F., 1994, *Testing the Convergence Hypothesis*, **The Review of Economics and Statistics**, 76 (3), pp. 576-579.
- Lordon F., 1996, *Formaliser la dynamique économique historique*, **Economie Appliquée**, 49 (1), pp. 55-84.
- Lorenzi J.-H., Bourlès J., 1995, **Le choc du progrès technique**, *Economica*, Paris.
- Lucas R., 1988, *On the Mechanics of Economic Development*, **Journal of Monetary Economics**, 22, pp. 3-42.
- Lucas R., 1993, *Making a Miracle*, **Econometrica**, 61 (2), pp. 251-272.
- Lundvall B., 1992, (ed.), **National Systems of Innovation**, *Pinter Publishers*, London.
- Lundvall B., 1996, *The Social Dimension of the Learning Economy*, **Aalborg University Working Paper**.
- Lutz F., Hague D., 1961, **The Theory of Capital**, *MacMillan*, London.
- Machlup F., 1971, **Essais de sémantique économique**, *Calmann-Levy*, Paris.
- Maddison A., 1982, **Phases of Capitalist Development**, *Oxford University Press*, New-York.
- Maddison A., 1987, *Growth and Slowdown in Advanced Capitalist Economies : Techniques of Quantitative Assessment*, **Journal of Economic Literature**, 25, pp. 649-698.
- Maddison A., 1995, **L'économie mondiale, 1820-1992**, (Analyse et statistiques), *OCDE*, Paris.
- Magnusson L., 1998, **Evolutionary and Neo-Schumpeterian Approaches to Economics**, *Kluwer Academic Publishers*, Boston.
- Maillat D., Perrin J.-C., 1992, **Entreprises innovatrices et développement territorial**, *GREMI, IRER-EDES*, Neuchâtel.

- Maillat D., Quévit M., Senn L., 1993, **Réseaux d'innovation et milieux innovateurs : un pari pour le développement régional**, GREMI, IRER-EDES, Neuchâtel.
- Malerba F., Orsenigo L., 1997, *Scumpeterian Patterns of Innovation*, in Archibugi D., Michie J., 1997, pp. 241-267.
- Malinvaud E., 1993, *Regard d'un ancien sur les nouvelles théories de la croissance*, **Revue Economique**, 44 (2), pp. 171-187.
- Malinvaud E., 1995, *Sur l'hypothèse de rationalité en théorie macro-économique*, **Revue Economique**, 46 (3), pp. 523-536.
- Mankiw G., 1998, *Principes de l'Economie*, **Economica**.
- Mankiw G., Romer D., Weil D., 1992, *A Contribution to the Empirics of Economic Growth*, **Quarterly Journal of Economics**, 107 (2), pp. 407-437.
- Mansfield E., 1961, *Technical change and the rate of imitation*, **Econometrica**, 29 (4), pp. 741-766.
- Marshall A., 1971 (1906), **Principes d'économie politique, Tome I et II**, Librairie de Droit et de Jurisprudence et Gordon & Breach, Paris.
- Martin P., Ottaviano G., 1996, *Growth and Location*, **CEPR Discussion Paper Series**.
- Maynard Smith J., 1982, **Evolution and the theory of games**, Cambridge University Press, Cambridge.
- Ménard, 1989, *Les organisations en économie de marché*, **Revue d'Economie Politique**, 99 (6), 771-796.
- Metcalf S., 1994, *Competition, Fisher's principle and increasing returns in the selection process*, **Journal of Evolutionary Economics**, 4, pp. 327-346.
- Metcalf S., 1995, *The Design of Order*, (Notes on Evolutionary Principles and the Dynamics of Innovation), **Revue Economique**, 6, pp. 1561-1583.
- Metcalf S., 1997, *The Evolutionary Explanation of Total Factor Productivity Growth*, (Macro Measurement and Micro Process), **Revue d'Economie Industrielle**, 80, pp. 93-114.
- Metcalf S., Gibbons M., 1986, *Technological variety and the process of competition*, **Economie Appliquée**, 39 (3), pp. 493-520.
- Moati P., 1992, **Hétérogénéité des entreprises et échange international**, *Economica*, Paris.
- Moati P., 1996a, *Concentration régionale des activités industrielles et compétitivité internationale des entreprises : une note empirique*, **Revue d'Economie**

Régionale et Urbaine, 96 (5), pp. 963-974.

Moati P., 1996b, *Méthodologie d'analyse de secteur : l'apport de l'approche évolutionniste*, Colloque "Evolutionnisme" du METIS, Paris-Sorbonne.

Moati P., Mouhoud E., 1994, *Information et organisation de la production : vers une division cognitive du travail*, **Economie Appliquée**, 46 (1), pp. 47-73.

Moati P., Mouhoud E., 1995, *Division cognitive du travail et dynamique de la localisation industrielle dans l'espace mondial*, (Conférence internationale "la connaissance dans la dynamique des organisations productives"), **CEFI-GRASCE-GREQAM-LEST**, Aix en Provence.

Morgenstern O., Von Neumann J., 1953, **Theory of Games and Economic Behavior**, Princeton U.P..

Muet P.-A., 1993, **Croissance et cycles**, (Théories contemporaines), *Economica*, Paris.

Myrdal G., 1959, **Théorie économique et pays sous-développés**, *Présence Africaine*.

Nelson R., 1981, *Research on productivity growth and productivity differentials : dead ends and new departures*, **Journal of Economic Literature**, 19, pp. 1029-1044.

Nelson R., 1994, *What has been the matter with neoclassical growth theory ?*, in G. Silverberg, L. Soete, 1994, pp. 290-324.

Nelson R., 1995, *Recent evolutionary theorizing about economic change*, **Journal of Economic Literature**, 33, pp. 48-90.

Nelson R., 1998, *The Role of Firm Difference*, in L. Magnusson, 1998, pp. 231-242.

Nelson R., Winter S., 1982, **An evolutionary theory of economic change**, *The Belknap Press of Harvard University Press*, Cambridge (Massachusetts), London (England).

Neven D., Gouyette C., 1994, *European Integration and Regional Growth*, **Revue Economique**, 45 (3), pp. 703-713.

Nezeys, 1993, **La compétitivité internationale**, *Economica*, Paris.

Niosi J., Bellon B., 1995, *Une interprétation évolutionniste des politiques industrielles*, **Revue d'Economie Industrielle**, 71, pp. 213-226.

Niosi J., Bellon B., Saviotti P., Crow M., 1992, *Les systèmes nationaux d'innovation : à la recherche d'un concept utilisable*, **Revue Française d'Economie**, 7 (1), pp. 215-250.

North D., 1991, **Institutions, Institutional Change and Economic Performance**, *Cambridge University Press*, Cambridge.

- North D., 1993, *The New Institutional Economics and Development*, **Working Paper, Washington University, St. Louis**, 9309002, pp. 1-8.
- North D., 1994a, *Economic Performance Through Time*, **American Economic Review**, 84 (3), pp. 359-368.
- North D., 1994b, *Transaction Costs Through Time*, **Working Paper, Washington University, St. Louis**, 9411006, pp. 1-10.
- North D., 1995, *Some Fundamental Puzzles in Economic History-Development*, **Working Paper, Washington University, St. Louis**, 9509001, pp. 1-13.
- Nowak M., May R., 1992, *Evolutionary games and spatial chaos*, **Nature**, 359, pp. 826-829.
- OCDE, 1992, **La technologie et l'économie**, (Les relations déterminantes), *OCDE*, Paris.
- OCDE, 1993, **Mondialisation et compétitivité locale et régionale**, *OCDE, vol II-16*, Paris.
- Orléan A., 1989, *Pour une approche cognitive des conventions économiques*, **Revue Economique**, 40 (2), pp. 241-272.
- Orléan A., 1994, **Analyse économique des conventions**, *PUF*, Paris.
- Ostry S., Nelson R., 1995, **Techno-nationalism and techno-globalism**, (Conflict and cooperation), *The Brookings Institution*, Washington D.C..
- Paelinck J., Salles A., 1983, **Espace et localisation**, (La redécouverte de l'espace dans la pensée scientifique de langue française), *Economica*, Paris.
- Paulré B., 1993, *Apprentissage et systémique*, (L'analyse du changement technique : entre préformisme et constructivisme), **Economies et Sociétés**, 27 (5), pp. 25-61.
- Paulré B., 1996, *Les ambiguïtés de l'évolutionnisme contemporain*, (du darwinisme à l'auto-organisation), **Colloque METIS "Evolutionnisme"**, Paris-Sorbonne, 19-20 septembre.
- Penrose E., 1952, *Biological Analogies in the Theory of the Firm*, **American Economic Review**, 42, pp. 804-819.
- Penrose E., 1995 (1959), **The Theory of the Growth of the Firm**, *Oxford University Press*, Oxford.
- Perroux F., 1950a, *Les espaces économiques*, **Economie Appliquée**, 1, pp. 225-244.
- Perroux F., 1950b, *Note sur le dynamisme de la domination*, **Economie Appliquée**, 1, pp. 245-258.

- Perroux F., 1991, **L'économie du XXè Siècle, Tome V : Théorie générale : les concepts**, (Ouvrages et articles), *Presses Universitaires de Grenoble*.
- Piéron H., 1987, **Vocabulaire de la psychologie**, *Presse Universitaire de France*, Paris.
- Poincaré H., 1909, **Sciences et Méthodes**, Paris.
- Polanyi M., 1983, **The Tacit Dimension**, *Peter Smith*, Glouster (Mass.).
- Popper K., 1984, **L'univers irrésolu**, (plaidoyer pour l'indéterminisme), *Hermann*, Paris.
- Porter M., 1982, **Choix stratégiques et concurrence**, (Technique d'analyse des secteurs et de la concurrence dans l'industrie), *Economica*, Paris.
- Porter M., 1993, **L'avantage concurrentiel des nations**, *InterEditions*, Paris.
- Prigogine I., 1996, **La fin des certitudes**, *Odile Jacob*, Paris.
- Quah D., 1993, *Empirical Cross-section Dynamics in Economic Growth*, **European Economic Review**, 37 (2/3), pp. 426-434.
- Quah D., 1996a, *Empirics for Economic Growth and Convergence*, **European Economic Review**, 40 (6), pp. 1353-1375.
- Quah D., 1996b, *Regional Convergence Clusters across Europe*, **European Economic Review**, 40 (3-5), pp. 951-958.
- Quah D., 1996c, *Twin Peaks : Growth and Convergence in Models of Distribution Dynamics*, **The Economic Journal**, 106, pp. 1045-1055.
- Quah D., 1997a, *Empirics for Growth and Distribution : Stratification, Polarization, and Convergence Debate*, **Journal of Economic Growth**, 2 (1), pp. 27-59.
- Quah D., 1997b, *Regional Cohesion from Local Isolated Actions*, (I. Historical Outcomes), **Centre for Economic Performance, Discussion Paper**, London, n°378.
- Rainelli M., 1989, **Economie Industrielle**, *Mémentos Dalloz*, Paris.
- Rallet A., 1988, **La théorie économique contemporaine et les disparités régionales**, *thèse de doctorat de l'université de Reims Champagne-Ardenne*, Reims.
- Rallet A., 1993, *Choix de proximité et processus d'innovation technologique*, **Revue d'Economie Régionale et Urbaine**, 93 (3), pp. 365-386.
- Rallet A., 1995, *Interactions spatiales et dynamique de proximité : bilan et perspectives*, **Colloque de l'ASRDLF "L'intégration régionale des espaces"- Université des Antilles et de la Guyane**, pp. 1-29.
- Rallet A., 1996, *Ombres et lumières de la théorie évolutionniste : quelques remarques*,

Colloque "Evolutionnisme" du METIS, Paris-Sorbonne, 19-20 septembre 1996.

- Rallet A., Torre A., 1995, (dir.), **Economie industrielle et économie spatiale**, *Economica*, ASRDLF, Paris.
- Rallet A., Torre A., 1995b, *Introduction*, in **A. Rallet, A. Torre, 1995**, pp. 3-37.
- Ravix J.-L., 1990, *L'émergence de la firme et des coopérations inter-firmes dans la théorie de l'organisation industrielle : Coase et Richardson*, **Revue d'Economie Industrielle**, 51, pp. 202-225.
- Revue d'Economie Industrielle, 1995a, **Transformations des politiques industrielles dans les années 1990**, 71.
- Revue d'Economie Industrielle, 1995b, (Hors série), **Economie industrielle : développements récents**.
- Revue d'Economie Régionale et Urbaine, 1993, Bellet M., Colletis G. et Lung Y. (Eds), **Economie de Proximités**, 3.
- Revue d'Economie Régionale et Urbaine, 1995, (Farcy H. et Moulaert F., Eds), **Les économies d'agglomération : la genèse d'un concept**, 4.
- Revue Economique, 1989, **L'économie des conventions**, 40 (2).
- Richardson G., 1972, *The Organisation of Industry*, **The Economic Journal**, 327 (82), pp. 883-896.
- Richardson G., 1996, *Competition, Innovation and Increasing Returns*, **DRUID Working Paper**, 96 (10).
- Ricoy C., 1987, *Circular and Cumulative Causation*, in **J. Eatwell, M. Milgate, P. Newman, 1987**.
- Robbins L., 1947, **Essai sur la nature et la signification de la science économique**, *Médecis*, Paris.
- Robertson P., Langlois R., 1994, *Institutions, Inertia, and Changing Industrial Leadership*, **Working Paper** (à paraître dans *Industrial and Corporate Change*).
- Romer P., 1986, *Increasing Returns and Long-Run Growth*, **Journal of Political Economy**, 94 (5), pp. 1002-1037.
- Romer P., 1987, *Growth Based on Increasing Returns Due to Specialization*, **American Economic Review**, 77 (2), pp. 56-62.
- Romer P., 1990, *Endogenous technological change*, **Journal of Political Economy**, 98, pp. 71-102.

- Romer P., 1994, *Beyond Classical and Keynesian Macroeconomic Policy*, **Policy Options**.
- Romer P., 1995, *Beyond the Knowledge Worker*, **WorldLink** ((Part of a series on Davos '95).
- Romer P., 1996, *Why, Indeed, in America ? Theory, History, and the Origins of Modern Economic Growth*, **American Economic Review**, 86 (2), pp. 202-206.
- Rosenberg N., 1976, **Persective on Technology**, *Cambridge University Press*, Cambridge.
- Rosenberg N., 1982, **Inside the black box : technology and economics**, *Cambridge University Press*, Cambridge.
- Ruelle D., 1995, *Le chaos*, **Pour la Science**.
- Ruffié J., 1982, **Traité du vivant**, (Tome 1 et 2), *Champs Flammarion*, Paris.
- Sachwald F., 1994, **Les défis de la mondialisation**, (Innovation et concurrence), *Mas-son - ifri*, Paris.
- Sala i Martin X., 1997, *I Just Ran Two Million Regressions*, **American Economic Review**, 87 (2), pp. 178-183.
- Sala i Martin X., 1996, *The Classical Approach to Convergence Analysis*, **Economic Journal**, 106, pp. 1019-1036.
- Salais R., Storper M., 1993, *Les mondes de production*, (Enquête sur l'identité économique de la France), **Editions de l'EHESS**, Paris.
- Salter W., 1969 (1960), **Productivity and Technical Change**, *Cambridge University Press*, Cambridge.
- Savage L., 1954, **The Foundations of Statistics**, *Wiley*, New-York.
- Saviotti P., 1995, *Renouveau des politiques industrielles : le point de vue des théories évolutionnistes*, **Revue d'Economie Industrielle**, 71, pp. 199-212.
- Savy M., Veltz P., 1995, (dir.), **Economie globale et réinvention du local**, *Datar/éditions de l'aube*, Paris.
- Schmalensee R., Willig R., 1992, (eds), **Handbook of Industrial Organisation**, *Elsevier Science Publishers*, Amsterdam.
- Schumpeter J., 1934, **The Theory of Economic Development**, *Harvard University Press*, Cambridge.
- Schumpeter J., 1950, **Capitalism, Socialism and Democracy**, *Mac GrawHill*, New-York.

- Scott M., 1989, **A New View of Economic Growth**, Clarendon Press, London.
- Setterfield M., 1997, "*History versus Equilibrium*" and the Theory of Economic Growth, **Cambridge Journal of Economics**, 21, pp. 365-378.
- Shackle G., 1967, **Décision, déterminisme et temps**, Dunod, Paris.
- Shaikh A., 1987, *Humbung Production Function*, in **J. Eatwell, M. Milgate, P. Newman**, 1987, pp. 690-691.
- Sharp M., 1990, *Technological Trajectories and the Corporate Strategies in the Diffusion of Biotechnology*, in **E. Deiacio E., E. Hornell, G. Vickery**, 1990.
- Sharp M., Thomas S., Martin P., 1994, *Transferts de technologie et politique de l'innovation : le cas des biotechnologies*, in **F. Sachwald**, 1994, pp. 155-212.
- Sierra C., 1997, *Proximité(s), interactions technologiques et territoriales : une revue*, **Revue d'Economie Industrielle**, 82 (4), pp. 7-38.
- Silver M., 1984, **Enterprise and the Scope of the Firm**, Martin Robertson, Aldershot.
- Silverberg G., Dosi G., Orsenigo L., 1988, *Innovation, diversity and diffusion : a self organization model*, **Economic Journal**, 98, pp. 1032-1054.
- Silverberg G., Soete L., 1994, **The economics of growth and technical change**, (Technologies, nations, agents), Edward Elgar, Aldershot (England).
- Silverberg G., Verspagen B., 1994, *Economic Dynamics and Behavioral Adaptation : An Application to an Evolutionary Endogenous Growth Model*, **MERIT Research Memorandum**, 2/94-024.
- Silverberg G., Verspagen B., 1995, *Evolutionary Theorizing on Economic Growth*, **MERIT Working Paper**.
- Silverman B., 1986, **Density Estimation for Statistics and Data Analysis**, Chapman and Hall, New-York.
- Simon H., 1979, *Rational decision making in business organizations*, **American Economic Review**, 69 (4), pp. 493-513.
- Simon H., 1991, **Sciences des systèmes, sciences de l'artificiel**, (Traduction de "The sciences of the artificial", 1969, 1981 MIT, Cambridge, Mass., USA), Bordas, Paris.
- Smith A., 1995 (1776), **Enquête sur la nature et les causes de la richesse des nations (livre I à V)**, PUF, Paris.
- Smith D., 1975, *Neoclassical growth models and regional growth in the U.S.*, **Journal of Regional Science**, 15 (2), pp. 165-181.

- Soete L., Turner R., 1984, *Technology diffusion and the rate of technical change*, **Economic Journal**, 94, pp. 612-623.
- Solow R., 1956, *A Contribution to the Theory of Economic Growth*, **Quarterly Journal of Economics**, 70 (1), pp. 65-94.
- Solow R., 1957, *Technical Change and the Agregate Production Function*, **Review of Economics and Statistics**, 39, pp. 312-320.
- Solow R., 1963, **Capital Theory and the Rate of Return**, North Holland Publishing Co., Amsterdam.
- Steyer A., Zimmerman J.B., 1996, *Externalités de réseau et adoption d'un standard dans une structure résiliaire*, **Revue d'Economie Industrielle**, 76, pp. 67-90.
- Stiglitz J., 1987, *Learning to learn, localized learning and technological progress*, in **P. Dasgupta, P. Stoneman**, 1987.
- Storper M., 1995a, *La géographie des conventions : proximité territoriale, interdépendances non-marchandes et développement économique*, in **A. Rallet, A. Torre**, 1995, pp. 111-128.
- Storper M., 1995b, *Regional economics as relational assets*, **Colloque International de l'ASRDLF "Dynamiques industrielles, dynamiques territoriales"**, Toulouse.
- Summers R., Heston A., 1991, *The Penn World Table (Mark 5) : An Expanded Set of International Comparisons, 1950-1988*, **Quarterly Journal of Economics**, 106 (2), pp. 327-368.
- Swann T., 1956, *Economic Growth and Capital Accumulation*, **Economic Record**, 32, pp. 334-361.
- Swedberg R., 1993, **Explorations in Economic Sociology**, Russel Sage, New-York.
- Targetti F., Foti A. , 1997, *Growth and Productivity : a Model of Cumulative Growth and Catching Up*, **Cambridge Journal of Economics**, 21, pp. 27-43.
- Teece D., 1976, **Vertical Integration and Vertical Divestiture in the US Petroleum Industry**, *Institute for Energy Studies*, Stanford.
- Teece D., 1986, *Profiting from Technological Innovation : Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy*, **Research Policy**, 15, pp. 285-305.
- Teece D., Rumelt R., Dosi G., Winter S., 1994, *Understantding corporate coherence, (Theory and evidence)*, **Journal of Economic Behavior and Organization**, 23, pp. 1-30.

- Thirlwall A., 1979, *The Balance of Payments Constraint as an Explanation of International Growth Rate Differences*, **Banca nazionale del Lavoro Quarterly Review**, 32, pp. 45-53.
- Thirlwall A., 1983, *A Plain Man's Guide to Kaldor's Growth Laws*, **Journal of Post-Keynesian Economics**, 5 (3), pp. 345-358.
- Tirole J., 1988, **Théorie de l'organisation industrielle**, (vol. I et II), *Economica*, Paris.
- Uhrich R., 1987, **La France inverse ?**, (Les régions en mutation), *Economica*, Paris.
- Vanderdope L., 1997, *Les indicateurs européens de convergence régionale : une rétrospective*, **Colloque ASRDLF "Renouveau Régional, Renouveau Urbain"**, Lille.
- Veltz P., 1996, **Mondialisation, Villes et territoires**, (l'économie d'archipel), *PUF*, Paris.
- Veltz P., 1997, *Une organisation géoéconomique à niveaux multiples*, **Politique étrangère - ifri**, 2, pp. 265-276.
- Verspagen B., 1993, **Uneven Growth Between Interdependent Economies**, (A evolutionary view on technology gaps, trade and growth), *Avebury*, Aldershot (England).
- Verspagen B., 1997, *European 'Regional Clubs' : Do They Exist, and Where Are They Heading ?*, (On Economic and Technological Differences Between European Regions), **MERIT Working Paper**.
- Vickers J., 1995, *Concepts of competition*, **Oxford Economic Papers**, 47, pp. 1-23.
- Webber M., 1972, **Impact of uncertainty on location**, *The MIT Press*, Cambridge (England).
- Williamson O., 1994, **Les institutions de l'économie**, *InterEditions- première édition américaine : 1985*, Paris.
- Williamson O., 1996, *The Mechanism of Governance*, **Oxford University Press**.
- Winter S., 1964, *Economic Natural Selection and the Theory of the Firm*, **Yale Economic Essays**, 4 (1).
- Winter S., 1984, *Schumpeterian competition in alternative technological regimes*, **Journal of Economic Behavior and Organization**, 5, pp. 287-320.
- Winter S., 1987, *Natural Selection and Evolution*, in **J. Eatwell, M. Milgate, P. Newman, 1987**, pp. 614-617.
- Wolff E., 1991, *Capital Formation and Productivity Convergence Over the Long Term*, **American Economic Review**, 81 (3), pp. 565-579.

- Wolff E., 1994, *Productivity Growth and Capital Intensity on the Sector and Industry Level : Specialisation among OECD Countries, 1970-1988*, in **G. Silverberg, L. Soete, 1994**, pp. 185-211.
- Young A., 1990 (1928), *Rendements croissants et progrès économique*, **Revue Française d'Economie**, 5 (1), pp. 85-109.
- Zuscovitch E., 1990, *Progrès technique, évolution économique et sélection naturelle*, **Revue Française d'Economie**, 5 (4), pp. 105-139.

Index des auteurs cités

A

Abramovitz 7, 26, 27, 28, 31, 32, 74, 75, 76, 94, 210
 Aghion 8, 89, 97, 101, 235
 Alchian..... 105, 107, 117, 123
 Amable..... 8, 78, 85
 Amendola..... 63
 Andersen 161, 194, 288
 Archibugi 63
 Arrow 85, 87
 Arthur... 16, 129, 190, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 288, 290
 Audretsch..... 128, 129, 131
 Axelrod 217
 Aydalot 25, 54, 213
 Azariadis 46

B

Barré 8, 78, 200
 Barro 7, 8, 27, 28, 29, 30, 36, 38, 46, 49, 52, 54, 56, 66, 70, 73, 87
 Baumol..... 31, 33, 36, 37, 49, 74, 102
 Baumont..... 90, 91
 Becattini 16, 210, 211
 Bernard 59, 62
 Borts..... 71
 Bouba-Olga..... 200, 219
 Boyer 8, 16, 78, 214, 217, 220, 221
 Boyle..... 50
 Broadberry 59

C

Capron 53, 54
 Chauchefoin..... 200
 Chiappori 105, 106
 Coase 116, 117, 119
 Coriat 118

D

Dalle..... 16, 216, 218, 219, 220, 221, 288, 290
 Davezie 57
 David 75, 101, 214
 Day..... 108, 109
 De Long 37, 49
 Delapierre 61, 135
 Demsetz 117
 Denison..... 28, 29, 31
 Dixon 80, 82, 83, 84, 88
 Dollar 6, 28, 58, 59, 60, 62
 Dosi 99, 100, 126, 130, 133, 138, 164, 200, 202

Drazen 46
 Dubois 27
 Durlauf 23, 39, 46, 73, 74

E

Eliasson 150
 Elmslie 30
 Englmann 91
 Enke 105

F

Fabiani..... 164
 Fagerberg..... 5, 28, 30, 51, 52, 56
 Fauchart..... 107
 Fingleton 42, 44
 Foray 101, 214
 Freeman..... 213
 Friedman 92, 105, 113, 123

G

Gaffard 24, 235
 Galor..... 38, 40
 Glaeser..... 228
 Gort 133
 Gouyette 38, 52, 53, 55
 Granovetter..... 212
 Griliches 28
 Guerrieri 63

H

Hahn 155
 Hall..... 74
 Hayek 100, 102
 Hénin..... 34
 Heston 45, 47, 50, 73
 Hicks 23, 79
 Hodgson 209, 211, 212, 288
 Howitt..... 8, 89, 97, 101
 Huriot 90, 91

I

Iosso 13, 139, 155, 160, 164, 167

J

Jacquard..... 106, 123
 Jacquemin..... 234
 Jean-Pierre..... 39, 53, 56
 Johnson..... 39, 46, 73
 Jones..... 42, 47, 59, 62, 72, 74
 Jorgenson..... 28

K

Kaldor 23, 78, 79, 81, 83, 85, 95, 96, 104, 204, 205
Kirman 16, 215, 217, 218, 220, 221
Klepper 133
Knight 9, 101
Krugman 90, 95, 204, 208, 214, 236
Kubo 90

L

Labasse 5, 51
Langlois 12, 115, 118, 120, 139, 142, 147, 148, 149, 199
Le Pen 34
Lecoutre 42
Lichtenberg 34
Lucas 8, 38, 87, 88, 90, 204
Lundvall 16, 101, 213

M

Machlup 115
Maddison 26, 28, 29, 32, 37, 45, 46, 49, 76
Maillat 213
Malerba 127, 132
Malinvaud 8, 35, 66, 88, 91, 96, 104, 232
Mankiw 7, 27, 46, 72, 73, 74
Marshall 223
May 220
McCarthy 50
Michie 63
Milberg 30, 90
Moati .. 8, 12, 13, 107, 125, 134, 135, 137, 142, 145, 156, 167, 181, 182, 188, 205, 223, 224, 225, 226, 235, 290
Morgenstern 101
Mouhoud.. 8, 12, 134, 135, 142, 145, 182, 205, 223, 224, 225, 226, 235, 290
Myrdal 71, 77

N

Nelson 9, 13, 28, 30, 31, 96, 121, 124, 126, 127, 137, 155, 160, 162, 163, 194, 218
Neven 38, 52, 53, 55
North 16, 209, 213, 215
Nowak 220

O

OCDE 5, 8, 29, 37, 49, 50, 59, 60, 289, 290
Orléan 16, 214, 217, 220, 221
Orsenigo 127, 132
Ottaviano 91

P

Padoan 63

Paulré 122
Pench 234
Penrose 8, 106, 107, 115, 123, 134
Perroux 7, 207, 213
Pianta 63
Piéron 122
Poincaré 102, 107
Polanyi 99
Popper 102, 108, 218
Porter 7, 8, 11, 25, 58, 114, 121, 207
Prigogine 103, 218

Q

Quah 36, 42, 47, 48, 55, 57, 73, 74
Quévit 213

R

Rallet 97, 122, 204, 213, 225
Richardson 9, 10, 12, 99, 113, 134, 135, 141, 142
Ricoy 77
Robbins 103
Robertson 12, 115, 139, 142, 147, 148, 149, 199
Romer... 7, 8, 27, 38, 46, 72, 73, 74, 86, 87, 88, 89, 91, 96, 97, 99, 100, 103, 106
Rosenberg 130
Ruelle 108
Rumelt 138

S

Sala i Martin ... 7, 27, 28, 29, 30, 33, 35, 36, 37, 41, 46, 49, 52, 54, 56, 70, 74, 288
Salais 63, 227
Salter 28
Savage 101
Schmalensee 114
Schumpeter 128
Scott 31
Senn 213
Setterfield 81
Shackle 102
Shaikh 29
Sharp 150, 151, 152, 153
Silver 147, 148, 151
Silverman 42
Simon 9, 104, 117, 124
Smith 70, 71, 77
Solow . 8, 27, 28, 30, 33, 35, 36, 38, 39, 66, 68, 71, 73, 76, 103, 108
Stein 71
Storper 17, 63, 227
Summers 45, 46, 50, 73

T

Teece 12, 100, 126, 138, 142, 143, 147, 200
Thomas 150, 152, 200

Tirole	114
Torre	213
<i>U</i>	
Uhrich	54
<i>V</i>	
Vanderdope.....	26
Veltz.....	17, 209, 226, 227, 229
Verspagen	5, 51, 52, 56
Von Neumann.....	101
<i>W</i>	
Walz.....	91

Weil.....	46, 72, 73, 74
Weinstein.....	118
Williamson .	115, 116, 117, 118, 119, 120, 148, 153, 209
Willig	114
Winter. 9, 10, 13, 100, 106, 121, 123, 124, 125, 127, 128, 137, 138, 139, 155, 160, 162, 163, 164, 167, 169, 172, 173, 174, 176, 178, 179, 194, 202, 218, 249, 289	
Wolff	6, 28, 31, 50, 58, 59, 60, 62
<i>Y</i>	
Young.....	77, 78, 79

Liste des figures

FIGURE 1 : RELATIONS ENTRE σ ET β -CONVERGENCE (D'APRES X. SALA I MARTIN [1996], P. 1021)	33
FIGURE 2 : LA DIVERSITE TEMPORELLE DES EVOLUTIONS	40
FIGURE 3 : REPRESENTATION SIMPLIFIEE DU PROCESSUS PRODUCTIF.....	118
FIGURE 4 : SCHEMA SIMPLIFIE DU PROCESSUS PRODUCTIF EN VUE DE LA DEFINITION DU CŒUR EVOLUTIONNISTE DES ENTREPRISES	121
FIGURE 5 : SPECIALISATION ET DIVERSIFICATION COHERENTE	138
FIGURE 6 : RUPTURE TECHNOLOGIQUE ET EVOLUTION INDEPENDANTE	139
FIGURE 7 : LES MODES DE COORDINATION DES ACTIVITES	142
FIGURE 8 : SCHEMA GENERAL DU PROCESSUS PRODUCTIF	143
FIGURE 9 : ORGANIGRAMME DU MODELE DYNAMIQUE (ADAPTE DE E. ANDERSEN [1996]).....	161
FIGURE 10 : EXEMPLE D'EVOLUTION DU COEFFICIENT DE PRODUCTIVITE.	163
FIGURE 11 : SCHEMA DE SPATIALISATION DU MODELE	181
FIGURE 12 : LA BOUCLE ACTION-INFORMATION DE L'INSTITUTIONNALISTE CLASSIQUE (TRADUIT DE G. HODGSON [1996], P. 12).....	212
FIGURE 13 : UNE REPRESENTATION DE L'ESPACE ECONOMIQUE.....	214
FIGURE 14 : REPRESENTATION GRAPHIQUE DU MODELE D'ARTHUR (D'APRES B. ARTHUR [1989], P. 120 ET J.M. DALLE [1995], P. 1084).....	216

Liste des graphiques

GRAPHIQUE 1 : DENSITES ESTIMEES DES DISTRIBUTIONS DU PIB PAR HABITANT (PAR RAPPORT AU ETATS-UNIS, POUR 1960 ET 1990).....	47
GRAPHIQUE 2 : σ -CONVERGENCE AU SEIN DES PAYS DE L'OCDE PIB REEL PAR HABITANT (1950-1988) ..	50
GRAPHIQUE 3 : RELATION ENTRE PART DE MARCHE ET TAUX DE MARGE CIBLE	170
GRAPHIQUE 4 :EVOLUTION DE LA CONCENTRATION (EH) POUR LES DIFFERENTS TYPES D'INVESTISSEMENT	173
GRAPHIQUE 5 : MODELE DYNAMIQUE COMPLET CONJECTURE DE WINTER – $\gamma=1$	179
GRAPHIQUE 6 : MODELE DYNAMIQUE COMPLET CONJECTURE DE WINTER – $\gamma=1/2$	179
GRAPHIQUE 7 : MODELE SPATIALISE REGIME ENTREPRENEURIAL – R&D GLOBALE	186
GRAPHIQUE 8 : MODELE SPATIALISE REGIME ROUTINIER – R&D GLOBALE	186
GRAPHIQUE 9 : MODELE SPATIALISE REGIME ENTREPRENEURIAL – R&D 'LOCALE'	187
GRAPHIQUE 10 : MODELE SPATIALISE REGIME ENTREPRENEURIAL – IMITATIONS LOCALES	187
GRAPHIQUE 11 : MODELE SPATIALISE REGIME ROUTINIER – R&D 'LOCALE'	188
GRAPHIQUE 12 : MODELE SPATIALISE REGIME ROUTINIER – IMITATIONS LOCALES	189
GRAPHIQUE 13 : MODELES A DEUX ENSEMBLES DE COMPETENCES REGIMES ENTREPRENEURIAUX	196
GRAPHIQUE 14 : MODELES A DEUX ENSEMBLES DE COMPETENCES REGIMES ROUTINIERS, DEVELOPPEMENT INEGAL	196
GRAPHIQUE 15 : MODELE A DEUX ENSEMBLES DE COMPETENCES REGIMES ROUTINIERS, DEVELOPPEMENT EQUILIBRE	197
GRAPHIQUE 16 : RUPTURE TECHNOLOGIQUE REGIMES ROUTINIERS ($\psi_{L+1} > \psi_L$).....	198

Liste des tableaux

TABLEAU 1 : LES MODES D'EVOLUTION DES INDUSTRIES	11
TABLEAU 2 : EVOLUTION D'UNE INDUSTRIE DANS LA CONFIGURATION I ET IMPLICATIONS SUR LES ESPACES	14
TABLEAU 3 : DES BESOINS DE COORDINATION AUX MODES DE LOCALISATION	17
TABLEAU 4 : MATRICES DE TRANSITION POUR 118 PAYS DE 1962 A 1984 (PIB PAR HABITANT PAR RAPPORT A LA MOYENNE MONDIALE).....	48
TABLEAU 5 : σ -CONVERGENCE DES TROIS INDICATEURS DE CONVERGENCE 14 PAYS DE L'OCDE (1970- 1988)	50
TABLEAU 6 : L'HYPOTHESE DE β -CONVERGENCE ABSOLUE DES REGIONS EUROPEENNES	52
TABLEAU 7 : L'EVOLUTION DES PERFORMANCES DES REGIONS EUROPEENNES DE 1980 A 1989	55
TABLEAU 8 : EVOLUTION DES PERFORMANCES DES REGIONS FRANÇAISES	57
TABLEAU 9 : β -CONVERGENCE ABSOLUE DE LA PRODUCTIVITE TOTALE DES FACTEURS PAR SECTEUR	58
TABLEAU 10 : σ -CONVERGENCE DES TROIS INDICATEURS DE CONVERGENCE POUR L'ENSEMBLE DE L'INDUSTRIE 14 PAYS DE L'OCDE (1970-1988)	60
TABLEAU 11 : LE CONTENU EXPLICATIF DES MODELES DE LA CROISSANCE	93
TABLEAU 12 : ELEMENTS POUR UNE ANALOGIE	123
TABLEAU 13 : LES CARACTERISTIQUES DES REGIMES TECHNOLOGIQUES	129
TABLEAU 14 : MODES D'EVOLUTION DES INDUSTRIES.....	137
TABLEAU 15 : INNOVATIONS, MODES DE COORDINATION ET EVOLUTIONS DES INDUSTRIES	147
TABLEAU 16 : EVOLUTION D'UNE INDUSTRIE DANS LE CAS DU MODELE STATIQUE	160
TABLEAU 17 : RESULTATS DES SIMULATIONS DU MODELE DYNAMIQUE DE BASE	166
TABLEAU 18 : MODELE DYNAMIQUE AVEC FONCTION D'INVESTISSEMENT	173
TABLEAU 19 : MODELE DYNAMIQUE AVEC ENTREE DES ENTREPRISES	178
TABLEAU 20 : LES QUATRE SITUATIONS POLAIRES	184
TABLEAU 21 : RESULTATS DES SIMULATIONS	185
TABLEAU 22 : LA DIVERSITE DES MODES D'EVOLUTION D'UNE INDUSTRIE (CONFIGURATION I)	189
TABLEAU 23 : LES HYPOTHESES DES MODELES DE B. ARTHUR [1989] ET DE J.M. DALLE [1995].....	219
TABLEAU 24 : UNE TYPOLOGIE DES MODELES EVOLUTIONNISTES D'ADOPTION	221
TABLEAU 25 : NATURE DES CONNAISSANCES ET LOCALISATION DES COMPETENCES SEMBLABLES.....	224
TABLEAU 26 : NATURE DES CONNAISSANCES ET MODE DE COORDINATION (D'APRES P. MOATI & E. MOUHOUD [1995]).....	225
TABLEAU 27 : DES BESOINS DE COORDINATION AUX MODES DE LOCALISATION	228

Table des matières

RESUME.....	2
REMERCIEMENTS	3
SOMMAIRE.....	4
<i>INTRODUCTION</i>	5
<i>PREMIERE PARTIE CONVERGENCE VERSUS DIVERGENCE : UNE ALTERNATIVE NON PERTINENTE</i>	21
<i>CHAPITRE UN. L'EVOLUTION DES PERFORMANCES DES ESPACES</i>	23
<i>Section I. Indicateurs et notions de convergence</i>	25
§1. Indicateurs de convergence.....	25
Les sources de la croissance	26
Les limites de la décomposition	29
§2. Les différentes notions de convergence	31
Homogénéisation et rattrapage	32
Les clubs de convergence.....	35
Convergence, divergence et retournement	40
<i>Section II. Les enseignements des travaux empiriques</i>	45
§1. Comparaisons internationales	45
Convergence mondiale	46
Convergence au sein des pays développés	49
§2. Comparaisons interrégionales.....	51
La convergence régionale dans les pays développés	51
La convergence des régions françaises.....	55
§3. Comparaisons internationales sectorielles	57
La convergence sectorielle	58
La logique de spécialisation	60
<i>CHAPITRE DEUX. LES INSUFFISANCES DES THEORIES DE LA CROISSANCE</i>	66
<i>Section I. 'L'école' de la convergence</i>	67
§1. Le modèle de croissance néoclassique.....	68
§2. La théorie du rattrapage.....	74
<i>Section II. 'L'école' de la divergence</i>	77
§1. Les modèles kaldoriens de croissance	78
§2. Les nouveaux modèles de croissance	86
<i>Section III. La non pertinence de l'alternative</i>	92
§1. Théories de la croissance et faits stylisés : repérage des insuffisances	92
Apports et limites des théories : une synthèse	93
Une critique transversale	96
§2. Une conceptualisation alternative du changement technique.....	98

Connaissances codifiables et connaissances tacites.....	99
Incertitude radicale et rationalité limitée	101
§3. Les impasses du <i>as if</i> et du chaos.....	104
De la rationalité des acteurs à la rationalité du système	105
Les limites du chaos	107
DEUXIEME PARTIE UNE ANALYSE EVOLUTIONNISTE DES DYNAMIQUES SPATIALES	111
CHAPITRE TROIS. LA LOGIQUE D'EVOLUTION DES COMPETENCES	113
<i>Section I. Une « fiction heuristique » évolutionniste.....</i>	<i>114</i>
§1. L'Economie des coûts de transaction.....	115
§2. Le 'cœur' évolutionniste de l'entreprise	120
L'évolution d'une population d'entreprises.....	122
L'introduction des régimes technologiques.....	127
<i>Section II. De l'évolution des compétences à l'évolution des industries.....</i>	<i>134</i>
§1. Limites horizontales de l'entreprise et évolution des industries	136
§2. Limites verticales de l'entreprise, division du travail et coordination des activités	141
Les modes de coordination des activités	141
Retour sur les modes d'évolution des industries	144
Le cas exemplaire des biotechnologies.....	149
CHAPITRE QUATRE. L'EVOLUTION DE LA COMPETITIVITE DES ESPACES	155
<i>Section I. Modèles de base.....</i>	<i>157</i>
§1. Modèle statique	157
§2. Modèle dynamique de base.....	160
Structure générale.....	161
Résultats des simulations.....	165
§3. Introduction des fonctions d'investissement	167
Fondements théoriques des fonctions d'investissement.....	167
Modélisation des fonctions d'investissement.....	171
Résultats des simulations.....	172
§4. Introduction des mécanismes d'entrée des entreprises	173
Entrée innovatrice.....	174
Entrée imitative	175
Naissance de l'industrie.....	176
Résultats des simulations.....	178
<i>Section II. Modèles spatialisés.....</i>	<i>181</i>
§1. L'évolution d'une industrie (configuration I)	184
§2. L'évolution d'un ensemble d'industries indépendantes (configuration IV).....	190
§3. Retournement (1) : la rupture technologique (configuration III)	194
Un modèle à plusieurs compétences.....	194
La coexistence des compétences	195
La rupture technologique.....	197
§4. Retournement (2) : la diversification cohérente (configuration II)	199

<i>CHAPITRE CINQ. L'EVOLUTION DES ESPACES DE LA COMPETITIVITE</i>	207
<i>Section I. L'argument des institutions</i>	209
§1. Les différentes approches des institutions	210
§2. L'apport des modèles évolutionnistes d'adoption.....	215
Les modèles 'sous-socialisés'	215
Les modèles 'correctement socialisés'	219
Typologie et implications	220
<i>Section II. Les contraintes de localisation dans la dynamique des compétences</i>	223
§1. La nature des connaissances	223
§2. Les besoins de coordination.....	226
<i>CONCLUSION</i>	232
<i>ANNEXE. PROGRAMMATION DES MODELES EVOLUTIONNISTES</i>	241
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	258
<i>INDEX DES AUTEURS CITES</i>	284
<i>LISTE DES FIGURES</i>	287
<i>LISTE DES GRAPHIQUES</i>	288
<i>LISTE DES TABLEAUX</i>	289
<i>TABLE DES MATIERES</i>	290