

*Innovation  
et  
croissance*

*Rapport*

*Robert Boyer*

*Michel Didier*

*Annexes préparées par  
l'INSEE, l'Observatoire des Sciences et des Techniques,  
Jean-Hervé Lorenzi et Dominique Bureau*

© La Documentation Française, Paris, 1998 - ISBN : 2-11-004091-2

« En application de la loi du 11 mars 1957 (art. 41) et du code de la propriété intellectuelle du 1<sup>er</sup> juillet 1992, toute reproduction partielle ou totale à usage collectif de la présente publication est strictement interdite sans autorisation expresse de l'éditeur.

Il est rappelé à cet égard que l'usage abusif et collectif de la photocopie met en danger l'équilibre économique des circuits du livre. »

La création du Conseil d'Analyse Économique « répond à la nécessité pour un gouvernement trop souvent confronté à l'urgence, de pouvoir se référer à une structure de réflexion qui lui permette d'éclairer ses choix dans le domaine économique. J'ai souhaité aussi créer un lien entre deux mondes qui trop souvent s'ignorent, celui de la décision économique publique et celui de la réflexion économique, universitaire ou non.

J'ai pris soin de composer ce Conseil de façon à tenir compte de toutes les sensibilités. Le Conseil d'Analyse Économique est pluraliste. C'est là un de ses atouts principaux, auquel je suis très attaché. Il doit être un lieu de confrontations sans a priori et les personnes qui le composent doivent pouvoir s'exprimer en toute indépendance. Cette indépendance — je le sais — vous y tenez, mais surtout je la souhaite moi-même.

Ces délibérations n'aboutiront pas toujours à des conclusions partagées par tous les membres ; l'essentiel à mes yeux est que tous les avis puissent s'exprimer, sans qu'il y ait nécessairement consensus.

...

La mission de ce Conseil est essentielle : il s'agit, par vos débats, d'analyser les problèmes économiques du pays et d'exposer les différentes options envisageables. »

*Lionel Jospin, Premier ministre  
Discours d'ouverture de la séance d'installation du  
Conseil d'Analyse Économique, le 24 juillet 1997.  
Salle du Conseil, Hôtel de Matignon.*

# Sommaire

Introduction . . . . .	7
<i>Pierre-Alain Muet</i>	
Innovation et croissance : relancer une dynamique de croissance durable par l'innovation . . . . .	11
<i>Robert Boyer et Michel Didier</i>	
Annexe A. Économétrie de l'innovation. Synthèse des résultats récents sur données microéconomiques françaises . . . . .	133
<i>Nicolas Iung</i>	
Annexe B. Politique de concurrence, innovation et croissance : quelques éléments . . . . .	145
<i>Dominique Bureau</i>	
Annexe C. Systèmes d'innovation, systèmes techniques et approche évolutionniste du progrès technique . . . . .	155
<i>Jean-Hervé Lorenzi</i>	
Annexe D. L'évolution des industries françaises de haute technologie : éléments descriptifs . . . . .	161
<i>Nicolas Iung et Philippe Lagarde</i>	
Annexe E. Quelques indicateurs de la compétitivité technologique de la France . . . . .	173
<i>Rémi Barré, Pierre Papon et Françoise Laville</i>	
Résumé . . . . .	189
Summary . . . . .	193
Composition du groupe « Innovation et croissance » . . . . .	197

# Introduction

*« La compétition économique de demain sera une bataille de la création et de l'invention. Notre insertion dans la compétition internationale reposera de plus en plus sur notre capacité d'innovation et de recherche et sur la qualité de notre éducation et de notre formation. Je sais que la théorie économique contemporaine accorde à ces facteurs, qui sont les investissements et les emplois de demain, une place déterminante pour la croissance à long terme.*

*Quelles conclusions peut-on tirer de ces travaux pour une politique de développement à long terme ? Quelles sont les places respectives de l'intervention publique et de l'initiative privée dans la mise en œuvre des investissements à réaliser dans le domaine des grandes infrastructures et des nouvelles technologies ? Quel rôle doit jouer la coopération européenne dans ce domaine ? »*

*Lionel Jospin, Premier ministre  
Discours d'ouverture de la séance d'installation  
du Conseil d'Analyse Économique,  
Matignon, 24 juillet 1997.*

Dans la perspective de la préparation des Assises de l'Innovation qui se sont tenues le 12 mai 1998, et pour répondre aux questions posées par le Premier ministre dans son introduction aux travaux du Conseil d'Analyse Économique en juillet 1997, le CAE a réuni un groupe de travail, animé par Robert Boyer et Michel Didier, sur le thème « Innovation et croissance ». Le rapport préliminaire a fait l'objet d'une première discussion à la séance du 30 avril du Conseil d'Analyse Économique et le rapport définitif a été discuté à la séance du 30 juin, en présence de Dominique Strauss-Kahn, Ministre de l'Économie, des Finances et de l'Industrie.

Le rapport de Robert Boyer et Michel Didier fait tout d'abord le point des connaissances tant théoriques qu'empiriques sur les relations entre innovation et performance économique. L'innovation n'est pas une succession de phases isolées, mais une interaction permanente entre les possibilités offertes par la technologie ou le marché, les moyens privés et publics mis en œuvre et les stratégies d'acteurs. De cette interaction dépend la performance collective en matière d'innovation. Les enquêtes montrent que la principale source d'innovation est la recherche interne à l'entreprise. Mais les sources externes, telles que les relations avec les fournisseurs de composants et d'équipements et avec les clients, ainsi que les réunions professionnelles jouent également un rôle important.

Le fait que le rendement social de la recherche et de l'innovation soit supérieur à son rendement privé justifie les politiques d'encouragement à la recherche et à l'innovation. La théorie et les études empiriques font apparaître en effet l'existence d'externalités globalement positives. Les auteurs notent d'ailleurs que ces politiques publiques se sont plutôt renforcées ces dernières années dans la plupart des pays, alors même que les États se désengageaient de nombreux autres domaines d'intervention. La politique économique doit s'efforcer d'agir sur les diverses composantes du processus : formation du capital régulière et soutenue, législation sur les brevets, amélioration de la qualité des liens entre recherche publique et firmes privées, mobilité des chercheurs et des ingénieurs, environnement économique et social favorisant l'adaptabilité des firmes.

Les institutions et les formes d'interventions publiques qui avaient permis les succès scientifiques, technologiques et économiques de la France de l'après-guerre doivent être adaptées aux caractéristiques nouvelles de la compétitivité des firmes. La France se caractérise par une meilleure situation en recherche qu'en innovation, par le poids du financement public de la recherche et par la concentration des interventions sur quelques secteurs et grands groupes. Au contraire, l'un des traits caractéristique du « miracle américain » est la diffusion de l'innovation à l'ensemble de l'économie, y compris les services. À la lumière de ces analyses, les auteurs plaident pour favoriser l'organisation de réseaux de recherche et d'innovation. Ils soulignent aussi la nécessité de mettre en œuvre des procédures d'évaluation rigoureuses des interventions publiques dans le domaine de la recherche et de l'innovation. Ils évoquent également la question du partage des responsabilités entre l'Union européenne, les États et les régions en matière de politique d'innovation

Ils soulèvent enfin des questions qui méritent d'être approfondies : Comment articuler politique de l'innovation et politique de la concu-

rence ? Comment répartir les moyens entre recherche scientifique et stimulation de l'innovation ? Faut-il élargir le crédit d'impôt recherche ? L'essor du capital-risque est-il suffisant pour lever les obstacles au dynamisme de l'innovation ?

Le rapport est complété par des annexes établies par l'INSEE et l'Observatoire des Sciences et des Techniques, et par des contributions de Jean-Hervé Lorenzi et Dominique Bureau.

*Pierre-Alain Muet*

*Conseiller auprès du Premier ministre  
Professeur à l'École Polytechnique*

# Innovation et croissance : Relancer une dynamique de croissance durable par l'innovation

**Robert Boyer**

*Directeur de recherche au CNRS, EHESS et CEPREMAP*

**Michel Didier**

*Professeur au CNAM et Directeur de Rexecode*

## **Une chance nouvelle à saisir <sup>(1)</sup>**

L'économie française se redresse. Les conditions macroéconomiques de la croissance réapparaissent. Peut-on entrer désormais dans un cercle vertueux de croissance durable par l'innovation et comment ? Le moment est particulièrement opportun pour réfléchir sur cet enjeu de la politique économique car se conjuguent trois raisons au moins de reconsidérer les relations entre innovation et emploi.

Une prise de conscience d'abord. La vigueur de l'économie des États-Unis dans les années quatre-vingt-dix est souvent expliquée par la capacité des firmes nord-américaines à innover dans des secteurs clés et à s'approprier rapidement les percées technologiques pour les convertir en marchés nouveaux dans le monde entier. Par contraste, l'Europe trop préoccupée dans les années quatre-vingt-dix par la question de la convergence financière nécessaire au passage à l'euro, a quelque peu négligé le thème de l'innovation ainsi que sa contribution à la croissance et à la création d'emplois.

---

(1) Cette étude s'appuie largement sur des travaux antérieurs (Boyer, Amable et Barré, 1997 ; Didier, Rauffet et Testelin, 1996). Elle a grandement bénéficié des apports et contributions des membres du groupe de travail constitué en vue de la préparation de ce rapport. Que tous les participants et les administrations auxquelles ils appartiennent en soient remerciés. Les auteurs demeurent seuls responsables des idées avancées.

# 1. Les enjeux d'une réflexion sur l'innovation du point de vue de la politique économique

Notre réflexion est orientée vers l'action. Nous cherchons à comprendre les relations entre innovation, croissance et emploi afin d'agir sur les paramètres de l'innovation. Il est donc essentiel de bien identifier les enjeux et les leviers sur lesquels la politique économique peut agir. Nous proposons pour cette approche la problématique suivante :

- Améliorer le système de propriété intellectuelle :
  - législation des brevets ;
  - législation des droits d'auteur (logiciels, ...).
- Améliorer l'efficacité du système éducatif :
  - contenu des enseignements ;
  - orientation des élèves ;
  - universités.
- Améliorer l'efficacité des institutions publiques de recherche :
  - université-enseignement (la base de connaissance) ;
  - centres de recherche publics (de la R&D fondamentale à la recherche technologique).
- Renforcer l'efficacité des fonds publics affectés à la recherche et à l'innovation :
  - comment choisir les grands programmes aidés ? comment les conduire au mieux (procédures, contrôles, ...) ;
  - quelles sont les procédures les meilleures jugées en termes de coût-efficacité : mise à disposition directe de moyens publics de recherche (ex. : SGS-Thomson), subventions à l'innovation (ou incitations fiscales), crédits (directs ou garantis) aux entreprises innovantes.
- Rechercher l'« optimum concurrentiel » pour l'innovation :
  - existe-t-il une structure du marché (entre monopole et concurrence parfaite) capable de maximiser le rythme de l'innovation ? dérégulation, droit de la concurrence ;
  - quelle action conduire au niveau international (OMC) : protection des brevets, des marques, ... ;
  - moyens publics affectés aux transferts de technologie, à la « veille technologique », à l'intelligence économique.
- Optimiser le cadre réglementaire général en se plaçant du point de vue de l'innovation :
  - fiscalité des entreprises (localisation des centres de recherche, de dépôt de brevets et de marques) ;
  - fiscalité des personnes (stock-options, imposition des plus-values et des revenus de la propriété intellectuelle).

On note cependant, une prise de conscience récente de l'importance du thème de la compétitivité structurelle de l'Europe et de sa présence dans les industries d'avenir.

Un renouvellement de l'analyse théorique en second lieu. Les économistes qui, tout au long des années soixante-dix et quatre-vingt, s'étaient beaucoup intéressés au réglage de la politique conjoncturelle, à la théorie des cycles et au fonctionnement des marchés du travail, se préoccupent plus dans les années quatre-vingt-dix des ressorts et des déterminants de la croissance. Les théories du progrès technique endogène sont venues relancer les débats de politique économique et ont alimenté un regain d'intérêt pour les recherches en économie appliquée portant sur l'innovation. Les résultats obtenus sont susceptibles d'éclairer les décisions en matière d'éducation de recherche et d'innovation.

Enfin, on peut penser que l'économie et plus généralement la société française s'adaptent mieux dans les périodes d'expansion que lors des récessions. La reprise économique ouvre ainsi des perspectives nouvelles en matière de redéploiement des interventions publiques dans les domaines de la science et de la technologie, comme plus généralement dans celui de nos structures économiques et sociales.

Le présent rapport se voudrait le reflet de cette conjoncture économique et intellectuelle favorable à un redéploiement des objectifs et des instruments de la politique d'innovation.

## **Innovation et croissance, un renouvellement de l'analyse théorique**

L'innovation est un processus complexe qui met en jeu l'ensemble des comportements de l'entreprise. Cette première partie vise à préciser les différents aspects de l'innovation. Elle montre comment l'analyse économique rend compte de l'innovation. Les conceptions ont évolué en même temps que les réalités économiques elles-mêmes. Du « modèle linéaire » au « modèle interactif », et de la croissance exogène à la croissance endogène, une nouvelle façon de concevoir le système d'innovation d'une nation s'est progressivement imposée, système dans lequel les entreprises en concurrence sur les marchés mais aussi l'État, entrent en interaction. De cette interaction dépend la performance collective.

### **Qu'est-ce que l'innovation ?**

Plusieurs approches classiques de l'innovation doivent être rappelées.

### *Innovation de procédé, innovation de produit*

L'innovation de procédé est associée à l'adoption de méthodes de production nouvelles ou sensiblement améliorées. Ces méthodes peuvent impliquer des modifications portant sur l'équipement ou l'organisation de la production. Elles peuvent viser à produire des produits nouveaux ou améliorés, impossibles à obtenir à l'aide des installations ou des méthodes classiques, ou bien à augmenter le rendement dans la production de produits existants. Elles peuvent enfin conférer davantage de souplesse à la production, abaisser les coûts ou bien encore limiter les déchets, les atteintes à l'environnement, les coûts de conception des produits ou améliorer les conditions du travail.

### *Innovation radicale, innovation incrémentale*

On distingue habituellement deux grandes formes de l'innovation de produit. D'une part, la conception de produits très largement nouveaux. On parle alors d'innovation radicale de produit (et pour les principales d'entre elles de « breakthrough », c'est-à-dire de « percées nouvelles »). D'autre part, l'amélioration des performances de produits existants, on parle alors d'innovation progressive de produit ou d'innovation incrémentale.

Il y a innovation radicale de produit dans le cas d'un produit dont l'utilisation prévue, les caractéristiques de performance, les attributs, les propriétés de conception ou l'utilisation de matériaux et de composants présentent des différences significatives par rapport aux produits antérieurs. De telles innovations peuvent faire intervenir des technologies radicalement nouvelles ou bien reposer sur l'association de technologies existantes dans des applications complètement nouvelles. Les premiers microprocesseurs ou magnétoscopes étaient des innovations radicales, le walkman est une innovation progressive car il associe des technologies existantes dans une fonctionnalité nouvelle.

Il y a innovation progressive de produit dans le cas où un produit existant voit ses performances sensiblement augmentées ou améliorées. L'innovation progressive peut elle-même prendre deux formes. Un produit simple peut être amélioré (par amélioration des performances ou abaissement du coût) grâce à l'utilisation de composants ou de matériaux plus performants. Un produit complexe, qui comprend plusieurs sous-systèmes techniques intégrés, peut être amélioré au moyen de modifications partielles apportées à l'un des sous-systèmes. Le remplacement du métal par des matières plastiques dans le mobilier de cuisine ou dans la fabrication automobile est un exemple de la première forme d'innovation. L'introduction du freinage ABS ou d'autres améliorations de sous-systèmes sur les automobiles relève de la deuxième forme d'innovation progressive.

Le caractère radical ou progressif de l'innovation n'est pas nécessairement lié à l'ampleur ou la nature des conséquences qui peuvent en résulter pour l'entreprise. Une innovation radicale peut entraîner un déséquilibre majeur voire une menace pour l'entreprise, alors qu'une innovation progressive peut être source de profits importants.

### *L'innovation est un concept large*

L'innovation est un concept large, qui dépasse les aspects strictement techniques et recouvre le changement organisationnel, commercial, voire financier. Certaines limites doivent cependant être posées pour éviter que le concept ne devienne un concept flou. On considère ainsi généralement que les modifications techniques mineures ou esthétiques apportées à un produit (différenciation du produit) ne constituent pas une innovation de produit si les changements apportés ne modifient pas notablement les performances, les propriétés, le coût ou l'usage des matériaux et des composants d'un produit. Par exemple, dans un textile, la modification d'un mélange de fibres pourrait être considérée comme une innovation progressive car elle change les performances et les propriétés du produit. En revanche, un nouveau coloris ou une nouvelle impression ne seraient pas considérés comme une différenciation du produit valant innovation.

Certains auteurs ajoutent aux catégories précédentes, innovation de produit et innovation de procédés, deux types d'innovation de nature particulière : les « nouveaux systèmes technologiques » et les « technologies génériques diffusantes ». Les nouveaux systèmes technologiques sont des ensembles d'innovations liées dans un système cohérent. Les technologies génériques sont des innovations diffusant leurs effets sur un grand nombre de secteurs économiques, par exemple l'informatique.

### *L'innovation n'est pas la recherche*

La différence entre la recherche et l'innovation commence à être reconnue et admise dans l'analyse économique. Il en résulte un changement de vision sur le processus d'innovation dans le système économique.

L'activité de recherche et de développement expérimental (souvent résumée par les initiales R&D) a longtemps été considérée comme le déterminant premier du développement économique. Les données sur la recherche développement étaient, et restent d'ailleurs largement les principaux, si ce n'est les seuls, indicateurs du niveau technologique d'une industrie ou d'un pays. Au cours des années quatre-vingt, la vision des relations entre la technologie et l'économie et la conception de la place de l'innovation technologique dans le système économique se sont élargies et

modifiées. Les modèles dits « interactifs » ont remplacé le modèle précédent dit « modèle linéaire », afin de mettre l'accent sur le rôle de la conception industrielle et sur les relations entre les phases aval (liées au marché) et les phases amont (liées à la technologie) de l'innovation, ainsi que sur les nombreuses interactions entre la science, la technologie et les activités industrielles et commerciales du processus d'innovation.

Dans le modèle traditionnel, l'innovation était conçue comme un processus linéaire. Au départ se trouve la recherche. De la recherche naît l'invention. L'invention engendre ensuite l'innovation. Enfin, l'innovation se diffuse et conduit à de nouveaux produits et de nouvelles techniques. Il y aurait donc une succession linéaire d'événements sans retour ni rétroaction. Dans cette analyse, renforcer l'innovation passe ainsi nécessairement par une augmentation de l'effort de recherche.

C'est en se référant au modèle linéaire que la politique industrielle a souvent confondu la recherche, voire la recherche publique, avec l'innovation. Or innovation et recherche sont des notions différentes. La recherche est l'affaire des scientifiques, l'innovation celle des entrepreneurs. Cette distinction ne diminue en rien le rôle du chercheur dans la découverte fondamentale qui alimente le progrès des connaissances ni celle des pouvoirs publics pour faciliter l'initiative industrielle et l'innovation. Elle rappelle néanmoins que l'innovation va au-delà de la recherche, qu'elle a ses lois et ses déterminants qui relèvent non seulement des marchés mais aussi des laboratoires. Elle montre aussi les limites des indicateurs tels que le volume des dépenses de R&D, information statistique la plus utilisée à la fois par les chercheurs et par les décideurs politiques. Des enquêtes ont été depuis peu mises en place pour établir de nouveaux indicateurs qui mesurent à la fois les aspects de recherche de l'innovation et les aspects non liés à la recherche et au développement. Les entreprises ont été invitées à estimer le pourcentage du total des dépenses courantes en fonction non seulement de la recherche, mais aussi des efforts pour l'innovation, acquisition de brevets, conception de produits, production expérimentale, formation et mise à niveau de l'équipement, études de marchés et autres.

Une étude récente de Patrick Corbel et Yeres Peccia-Galetto, compare les entreprises qui ont obtenu une aide de l'Agence Nationale pour la Valorisation de la Recherche (ANVAR) que l'on peut donc considérer comme des entreprises innovantes et la moyenne des entreprises similaires. Cette étude montre clairement que l'innovation ne coïncide pas avec l'intensité de la recherche technologique. C'est ainsi que dans la classification classique des activités selon l'intensité technologique (« haute intensité technologique » pour les secteurs dont les dépenses de R&D sont supérieures à 4 % du chiffre d'affaires, « moyenne intensité » pour les dépenses de R&D comprises entre 1 et 4 % et « faible intensité » pour les

dépenses inférieures à 1 % du chiffre d'affaires), il apparaît que les entreprises aidées par l'ANVAR sont largement situées dans les activités dites « de moyenne technologie ». Il n'y a pas de lien direct et absolu entre intensité de recherche et aptitude à innover. Les PMI aidées sont les plus nombreuses dans trois des secteurs de la mécanique, tous de moyenne intensité (machinisme agricole, matériel de manutention et machines-outils) et dans trois activités appartenant à la haute intensité (matériel et machines de bureau, électronique grand public, mécanique de précision et matériel électrique). Dans 40 % des cas, ces entreprises appartiennent à des activités dites « de basse intensité technologique ».

D'autres résultats montrent aussi que les dépenses non liées à la R&D, constituent une part considérable des dépenses totales d'innovation dans presque tous les secteurs industriels. C'est ainsi que, même dans une industrie de pointe telle que la bureautique qui dépense des sommes importantes en recherche, les dépenses d'innovation non directement liées à la recherche et au développement sont toujours importantes. Elles varient dans le total des dépenses d'innovation entre 44 % en Belgique et 66 % en Allemagne.

Si l'on se place en comparaison internationale, les récentes enquêtes innovation font ainsi ressortir que la R&D n'est pas nécessairement la source principale de dépenses en vue de l'innovation puisqu'elles représentent entre 22 % en Irlande et 46 % aux Pays-Bas dans le total des dépenses liées à l'innovation (tableau 1).

### 1. Les dépenses liées à l'innovation sont beaucoup plus extensives que les seules dépenses de R&D

*Part des diverses dépenses dans le total des dépenses d'innovation*

Part de	Italie	Allemagne	Belgique	Royaume Uni	Pays-Bas	Danemark	Norvège	Irlande	Espagne	Portugal
R&D	32,9	27,1	44,7	32,6	45,6	40,1	32,8	22,2	36,4	22,9
Brevets et licences	6,0	3,4	1,5	2,7	6,1	5,3	4,2	4,3	8,0	4,1
Design	31,9	27,8	11,3	28,4	7,6	15,8	14,2	22,0		24,5
Analyse du marché	5,3	6,1	6,6	8,9	19,8	8,2	5,5	38,5	8,8	5,4
Autres dépenses		29,2	21,2	15,9	20,2	9,0	17,6	20,4	6,3	16,8

Source : OCDE, 1997 : *An empirical comparison of National Innovation Systems*, p. 15 (tableau 3).

### *L'innovation interactive mobilise l'environnement des firmes*

Dans le modèle dit interactif proposé par Kline et Rosenberg, l'innovation n'est pas une succession de phases isolées mais un aller-retour

permanent entre des possibilités (offertes par la technologie ou le marché) des moyens et des stratégies. Des possibilités nouvelles peuvent par exemple découler de l'évolution de la structure de la demande ou du cycle des produits ou de nouveautés scientifiques ou technologiques. Le processus d'innovation dépend de la façon dont les entreprises reconnaissent l'existence de ces possibilités et y réagissent par des stratégies de produits.

L'innovation est donc conçue comme une interaction entre, d'une part, les possibilités offertes par le marché et, d'autre part, la base des connaissances technologiques et les moyens dont dispose l'entreprise.

Une vision de même inspiration mais peut-être plus large encore est la vision proposée par Porter. Celle-ci unit de façon indissociable compétitivité et innovation. Pour Porter l'effort d'innovation est le moyen de la recherche permanente d'avantages concurrentiels par les entreprises les plus dynamiques. Cette vision permet de mettre en relation l'innovation et ses principaux déterminants.

Dans chaque pays, l'environnement de l'entreprise se révèle plus ou moins favorable à l'éclosion de ces avantages concurrentiels. Cet environnement qui commande le processus d'innovation et la conquête d'avantages concurrentiels peut-être caractérisé par quatre ensemble de paramètres :

- *La structure de la rivalité entre les entreprises.* Le premier paramètre important pour l'innovation et la recherche d'avantages concurrentiels est la forme de la rivalité entre les entreprises. C'est-à-dire le contexte dans lequel les entreprises sont créées, sont dirigées et se font concurrence. Ce contexte, qui englobe mais dépasse la simple concurrence sur le marché des produits, influence directement les objectifs, le dynamisme et les performances économiques des entreprises et leur incitation comme leur capacité à innover.

- *L'efficacité des facteurs de la production.* Le deuxième paramètre est l'efficacité des facteurs de production, c'est-à-dire la capacité à mettre en œuvre efficacement l'ensemble des ressources en hommes, en données naturelles et infrastructures, en capital, en savoirs et connaissances nécessaires à la production. La qualité des facteurs de production et de leur mise en œuvre détermine le potentiel d'efficacité ou productivité de la production.

- *La demande adressée à l'entreprise ou à un secteur.* La demande, c'est-à-dire ce que le marché accepte d'acheter, détermine la mise en œuvre effective et le niveau de la production. Elle commande par sa composition et son rythme d'expansion la dynamique de l'effort d'innovation à entreprendre et des progrès effectivement accomplis.

- *La compétitivité des industries proches.* Enfin le dernier paramètre qui détermine l'avantage concurrentiel d'une industrie est l'existence

d'industries amont ou d'industries apparentées fortes et compétitives. Les industries amont transmettent en effet à leurs clients une partie de leur compétence et de leurs gains de productivité. Les industries apparentées à une industrie sont celles qui, bien qu'elles ne situent pas dans la même filière, peuvent partager avec elle une partie de leur chaîne de valeur. La dynamique innovatrice d'une industrie est dépendante de la nature de l'environnement industriel dans lequel elle opère.

Le « losange » des déterminants de l'avantage concurrentiel national est ainsi, selon Porter « dans son essence, une théorie de l'investissement et de l'innovation. Les industries compétitives au plan international sont celles dont les firmes ont la capacité et la volonté de se perfectionner et d'innover avec l'ambition de créer et de défendre durablement un avantage concurrentiel ».

À ces quatre paramètres, il faudrait encore ajouter l'action des pouvoirs publics et l'attitude des entreprises elles-mêmes. Les pouvoirs publics (au sens large) n'interviennent pas comme un cinquième facteur à côté des quatre autres. Leur importance vient de ce qu'ils peuvent influencer de façon positive (ou négative) les quatre paramètres d'environnement, tout particulièrement les facteurs de production (par la formation, par la recherche fondamentale) et la forme de la compétition (par la législation, la politique de la concurrence, la politique de financement, etc.), mais aussi la formation de la demande (par la réglementation, la normalisation), enfin la compétitivité des autres industries (par les politiques de développement régional, etc.). L'attitude de l'entreprise est aussi un paramètre clé dans la mesure où le même environnement peut être utilisé à des fins diverses ou avec une efficacité inégale.

### *Les principales sources de l'innovation sont la recherche interne et le marché*

Les enquêtes sur l'innovation conduites par le ministère de l'Industrie montrent que la principale source d'innovation est de très loin la recherche interne à l'entreprise. Si l'on tient compte des sources que sont les autres départements de l'entreprise et l'appel à la recherche du groupe, les départements internes sont très largement dominants comme source d'innovation. Une observation surprenante, et à certains égards inquiétante, est la faiblesse du rôle des sources publiques, laboratoires et universités, comme origine de l'innovation. Très peu d'entreprises y font appel et l'importance qui leur est accordée est, semble-t-il, très faible. Enfin, deux ensembles de sources externes jouent un rôle important dans l'innovation, d'une part, les fournisseurs de matériaux, de composants et d'équipement et clients, d'autre part, les rencontres lors des foires, expositions et réunions professionnelles. Il apparaît clairement que c'est en développant ses propres

## 2. Les sources de l'innovation en France

	En % du nombre d'entreprises innovantes	Importance accordée par l'entreprise
<i>Sources internes</i>		
Recherche interne	57	3,3
Autres départements	17	2,1
Recherche groupe	17	1,8
Autres départements	6	1,4
<i>Sources externes publiques</i>		
Laboratoires publics	5	1,4
Universités	4	1,4
<i>Autres sources externes</i>		
Centres techniques	7	1,6
Prestations de services	6	1,5
Consultants	4	1,4
Fournis. matér. compo.	20	2,2
Fournisseurs d'équip.	22	2,3
Clients	22	2,3
Concurrents	10	1,8
<i>Informations générales</i>		
Banques de données, brevets	7	1,6
Réunions, publications	12	2
Foires expositions	20	2,3

La première colonne donne la proportion des entreprises innovantes qui déclarent faire appel à cette source. La seconde colonne est une « note moyenne » établie à partir des réponses données sur l'importance accordée à la source.

moyens de recherche et d'innovation et en étant bien insérée dans le marché qu'une entreprise renforce ses capacités innovatrices.

Le rôle attribué aux différentes sources n'est pas indépendant de la taille de l'entreprise. La recherche interne joue, comme on peut s'y attendre, un rôle plus important dans les entreprises de grande taille (la proportion des entreprises qui y font appel va de 49 % pour les plus petites entreprises à 87 % pour les plus grandes, la moyenne étant à 57 %). Mais on notera que la source interne est de loin la première pour toutes les entreprises, quelle que soit leur taille. Dans l'ensemble, il s'avère que le classement des sources d'innovation est comparable pour les grandes et les petites entreprises, avec bien sûr un accès plus large aux sources publiques et aux bases de données pour les grandes entreprises et un rôle crucial des fournisseurs et des foires et expositions pour les petites entreprises.

### *Le premier objectif de l'effort d'innovation est la part de marché*

Les entreprises sont aussi interrogées sur les objectifs assignés prioritairement à l'effort d'innovation, objectifs qui peuvent être multiples. Il est

en particulier demandé quels sont les objectifs qui revêtent une importance forte ou très forte. En outre une note est attribuée à chaque objectif pour en apprécier le degré d'importance. Les résultats des deux critères convergent largement. Ils montrent sans ambiguïté que l'objectif premier de l'innovation est tout ce qui touche au produit : améliorer la qualité des produits existants, étendre la gamme des produits, et avec une intensité nettement moindre, remplacer les produits obsolètes, ouvrir de nouveaux marchés géographiques. L'augmentation des marges vient derrière. Un point important concerne la recherche d'une plus grande flexibilité de la production, qui relève au demeurant peut-être plus de l'objectif de part de marché que de l'objectif de marge. La réduction des coûts, y compris des coûts salariaux n'est pas considérée comme une motivation de première importance. Elle arrive loin derrière les autres objectifs, bien après l'objectif d'amélioration des conditions de travail et de la sécurité dans l'entreprise.

### 3. Les objectifs de l'innovation technologique en France

	1	2
<i>Maintenir ou accroître sa part de marché</i>		
En remplaçant les produits obsolètes	31	2,5
En améliorant la qualité des produits existants	56	3,3
En étendant la gamme des produits	58	3,4
En se tournant vers de nouveaux marchés géographiques	33	2,6
<i>Augmenter les marges</i>		
En donnant plus de flexibilité à la production	22	2,3
En réduisant les coûts salariaux	22	2,3
En diminuant les consommateurs de matériaux	20	2,2
En abaissant la consommation d'énergie	10	1,8
En réduisant le taux de rebut	30	2,5
En réduisant le cycle de conception	29	2,5
<i>Réduire les atteintes à l'environnement</i>	24	2,3
<i>Améliorer les conditions de travail et la sécurité</i>	32	2,6

1 : En % du nombre d'entreprises innovantes.

2 : En importance accordée.

Source : Enquête « Innovation » - SESSI.

En résumé, tenir le marché, améliorer la qualité du produit, augmenter la flexibilité de la production, améliorer les conditions de travail sont les premiers motifs d'innovation des entreprises.

#### *Transferts technologiques et diffusion de l'innovation*

On considère généralement que les effets positifs de l'innovation sont largement liés à sa diffusion effective dans le système économique. Par dif-

fusion, on entend la manière dont les innovations se répandent par l'intermédiaire des mécanismes du marché ou autrement. Sans diffusion, une innovation n'aurait que des incidences économiques limitées. La façon dont l'innovation se répand dans le système économique est donc un élément déterminant du progrès économique. Une dimension importante de la diffusion de l'innovation concerne la « capacité d'absorption des entreprises ». Par capacité d'absorption, on entend l'aptitude des entreprises à apprendre à utiliser les technologies développées ailleurs, en passant par un processus qui implique souvent des investissements matériels et immatériels.

Cette capacité à bénéficier des innovations venues de l'extérieur et à les convertir en des savoir-faire utiles à l'entreprise transite par de très nombreux canaux, comme le confirment les enquêtes internationales (tableau 4).

- Les achats de biens d'équipement viennent au premier rang du processus de diffusion de l'innovation et c'est un trait commun à la plupart des pays. Il n'est dès lors pas surprenant que les études économétriques en coupe internationale confirment que tel est l'un des facteurs déterminant dans l'explication de la disparité des rythmes de croissance.

- La communication avec les autres firmes est aussi importante et semble justifier l'existence de districts industriels ou de solidarités sectorielles en matière d'innovation, trait que confirment aussi les analyses économétriques menées à ce niveau.

- La mobilité du personnel qualifié constitue un troisième vecteur présent dans la plupart des pays et qui vient rappeler l'importance du capital humain et des savoir-faire incorporés dans les individus. On mesure combien ces trois canaux sont distincts de la seule création et diffusion de brevets et jouent néanmoins un rôle dans le processus de diffusion de l'innovation.

- En matière organisationnelle, mais aussi technologique, les consultants exercent une influence sur l'information des firmes à propos des innovations de leurs concurrents et de la diffusion des « meilleures pratiques ». Au cours des deux dernières décennies, les services aux entreprises se sont considérablement développés et ont sans doute exercé un certain rôle dans la diffusion des innovations.

On peut considérer que ce sont la qualité et la densité des interactions dont bénéficient les firmes qui déterminent pour une certaine part le succès de leur stratégie d'innovation. Au demeurant, les divers pays ne manifestent pas les mêmes configurations, indice d'une pluralité de modalités d'organisation. Aussi utilise-t-on souvent le terme « système d'innovation » pour désigner l'ensemble des moyens et des pratiques qui caractérisent les processus d'apparition et de diffusion de l'innovation dans une région, dans une nation ou dans une zone économique plus large. En effet, les

#### 4. Une comparaison internationale des sources des transferts technologiques

Importance relative des canaux de transfert de technologie (flux entrants)

	Italie	Allemagne	Belgique	Royaume-Uni	Luxembourg	Pays-Bas	Danemark	Norvège	Irlande	France
Utilisation des innovations des autres entreprises	0,1	0,23	0,5	0,48	0,2	0,33	0,29	0,36	0,49	0,42
R&D sous-traitée	0,1	0,30	0,5	0,20	0,25	0,56	0,20	0,25	0,1	1,0
Service des consultants	0,4	0,59	0,3	0,35	0,25	0,56	0,40	0,55	0,38	0,28
Achat d'autres entreprises	0,07	0,1	0,20	0,1	0,07	0,1	0,1	0,1	0,1	0,25
Achat d'équipements	1,0	0,736	1,0	1,0	1,0	0,66	1,0	1,0	1,0	0,97
Communication/Service des autres entreprises	0,37	1,0	0,6	0,63	0,6	1,0	0,59	0,46	0,53	
Embauche de personnels qualifiés	0,42	0,59	0,56	0,69	0,36	0,5	0,35	0,32	0,46	0,59
Autre	0,1	0,00	0,1	0,03	0,00	0,1	0,05	0,03	0,06	

Importance relative des canaux de transfert de technologie (flux sortants)

	Italie	Allemagne	Belgique	Royaume-Uni	Luxembourg	Pays-Bas	Danemark	Norvège	Irlande	France
Utilisation des innovations des autres entreprises	0,24	0,27	0,55	0,62	0,1	0,57	0,56	0,56	0,64	0,95
R&D sous-traitée	0,30	0,2	0,47	0,4	0,1	0,40	0,1	0,1	0,57	0,60
Service des consultants	0,56	0,44	0,96	0,5	0,1	0,59	0,52	0,44	0,42	0,7
Achat d'autres entreprises	0,07	0,05	0,1	0,08	0,00	0,1	0,05	0,04	0,22	0,1
Achat d'équipements	1,0	0,29	0,37	0,49	0,1	0,1	0,57	0,00	0,46	0,78
Communication/Service des autres entreprises	0,75	1,0	0,98	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Embauche de personnels qualifiés	0,87	0,49	1,0	0,53	0,57	0,35	0,44	0,27	0,06	0,39
Autre	0,08	0,00	0,03	0,02	0,0	0,07	0,02	0,0	0,03	

Chiffres normalisés par rapport au canal le plus fréquent.

Source : OCDE, 1997 : An empirical comparison of National Innovation System, p. 23 (tableau 7).

interdépendances entre firmes, instituts de recherche et pouvoirs publics sont déterminants quant à l'impact des diverses formes d'innovation.

## Les fondements de l'intervention publique

L'innovation étant un processus interactif, une question centrale se pose : la conjonction d'une série de stratégies décentralisées d'innovations conduit-elle toujours au meilleur résultat possible pour l'économie et la société considérées dans leur ensemble ? Les recherches contemporaines livrent quelques principes généraux qui justifient très généralement l'intervention de l'État mais nécessitent de s'interroger sur ses modalités.

### *Des externalités généralement positives...*

Le propre de l'innovation est d'affecter la position concurrentielle d'une firme par rapport à son environnement, de sorte que le passage des déterminants micro-économiques à l'impact macro-économique met en œuvre toute une série d'interdépendances. La littérature théorique et économétrique a exploré la nature et l'intensité de ces interdépendances (DESE, 1998).

Ainsi, dans un marché mûr, une innovation de produit qui se bornerait à copier la nouveauté proposée par un concurrent, aurait-elle pour seule conséquence de limiter la perte de parts de marché au détriment des concurrents. De la même façon, une innovation de procédé qui améliorerait la productivité de la firme par rapport à la concurrence ouvre la possibilité d'une croissance de la part de marché de la firme avec un effet sur l'emploi qui dépendra de l'élasticité de la demande par rapport aux prix. L'effet consolidé est donc *a priori* ambigu.

De la même façon les firmes sont rivales en matière de R&D. Si elles entreprennent toutes des recherches dans le même domaine et qu'une seule d'entre elles obtienne le brevet décisif, le succès de l'une est acquis par l'échec des autres. La littérature économétrique sur la France (Crépon et Duguet, 1997a ; 1997b) conclut plutôt que dans le passage de la R&D aux brevets les rendements sont décroissants, de l'ordre 0,3 si l'on considère des séries chronologiques. Mais d'autres facteurs, difficiles à cerner et spécifiques à chaque firme, affectent la production d'innovations, de sorte que les estimations en coupe instantanée concluraient plutôt à l'existence de rendements unitaires.

Si l'on arrêtrait l'analyse à ce stade, on pourrait conclure que la course aux brevets, en multipliant les dépenses de R&D peut pousser les firmes à surinvestir dans la recherche par rapport à un optimum social. Cependant, le passage de l'innovation aux performances économiques fait aussi apparaître

des externalités positives. D'une part, le dépôt d'un brevet dévoile aux concurrents la découverte de la firme et leur permet donc d'utiliser les acquis correspondants pour développer leur propre politique d'innovation. L'externalité est donc positive et c'est celle que privilégient, dans leur majorité, les spécialistes du changement technique. D'autre part, lorsqu'une firme met sur le marché une innovation radicale (lorsque Sony par exemple invente le « walkman »), cette percée ouvre un marché à toutes les firmes imitatrices qui vont décliner cette innovation dans autant de produits. L'externalité est alors clairement positive (Amable, 1997). Baisse des prix, croissance du marché, de la productivité et de l'emploi s'enchaînent pour définir un cercle vertueux de l'innovation (Didier *et alii*, 1996).

De fait, les études économétriques menées au niveau des performances économiques confirment la vraisemblance d'externalités globalement positives : les ventes d'une firme sont d'autant plus élevées que ses concurrentes consacrent un budget plus important à la recherche (Duguet, 1997). Ce résultat est très généralement confirmé pour la plupart des pays de l'OCDE.

### *Le rendement social de l'innovation est plus important que son rendement privé : les bases de l'intervention publique*

Pourquoi les gouvernements interviennent-ils en règle générale pour peser sur les décisions de recherche et développement et d'innovation des firmes ? Précisément parce que le rendement social est très généralement supérieur au rendement privé. On peut objecter que cet écart ne fait que compenser le risque supérieur de l'investissement en R&D par rapport à celui en investissement productif. Si les marchés financiers étaient parfaits, ce risque serait totalement pris en compte par la formation du taux d'intérêt et les décisions de crédit. Or, il est clair que toutes les firmes n'ont pas un égal accès au financement de l'innovation, les grandes étant privilégiées par rapport aux PMI. Il peut être justifié à cet égard de favoriser l'émergence de nouveaux instruments financiers, tel l'encouragement du capital-risque. C'est là une deuxième raison à l'intervention publique. Une troisième plus fondamentale encore considère que l'aversion au risque des agents privés, préjudiciable au dynamisme de l'innovation, doit être compensée par la collectivité publique afin d'assurer une meilleure décision pour l'ensemble de l'économie. De fait, dans la quasi-totalité des pays, les pouvoirs publics ont des politiques d'encouragement à la recherche et à l'innovation. Depuis une décennie, ces politiques se seraient même plutôt renforcées, alors même que l'État tendait à se désengager de nombreux autres domaines.

Plusieurs approches peuvent *a priori* contribuer à réconcilier rendement social et rendement privé de la recherche.

- Une première pourrait consister à réunir la recherche aussi bien fondamentale qu'appliquée dans un secteur public dont la mission serait théoriquement non seulement de déboucher sur un flux suffisant d'innovation mais aussi de diffuser au mieux les résultats obtenus à toutes les unités économiques concernées (firmes, consommateurs, autorités locales, etc.). Ce secteur public aurait donc la tâche d'optimiser l'innovation du point de vue de la société. L'ancien système soviétique donne une vision caricaturale des performances d'un tel système (Nelson, 1988) : beaucoup de recherche mais peu d'applications au domaine civil. Il est arrivé que cette situation conduise à des résultats satisfaisants, comme dans le cas de la recherche agricole aux États-Unis : certaines universités du Middle West, celle du Wisconsin par exemple, jouèrent un rôle déterminant dans la genèse des innovations qui furent ensuite diffusées par une série d'actions publiques en direction des agriculteurs. Ce type d'interventions paraît cependant limité à des domaines bien particuliers tels que la santé, l'éducation, la défense, ...

- Une deuxième solution en vue de réconcilier innovation et optimum social consiste à subventionner la R&D au prorata des externalités : si par exemple le rendement social moyen des innovations est le double du rendement privé, l'État peut subventionner pour moitié les dépenses des entreprises ou de leur accroissement comme le fait en France le crédit impôt-recherche. Tel est le principe vers lequel ont convergé la plupart des interventions publiques, dans la mesure où il est beaucoup plus souple que la solution précédente, concerne un plus grand nombre de secteurs et permet de faire révéler aux entreprises la hiérarchie de la rentabilité des divers projets.

- Lorsqu'on observe les évolutions actuelles (cf. ci-après), on est frappé de noter l'émergence d'une troisième configuration. Celle-ci s'efforce d'internaliser les externalités propres à l'innovation par la constitution de réseaux regroupant les entreprises dotées de diverses compétences, les utilisateurs comme des fournisseurs et bien sûr les centres de recherches publics ou privés concernés. En un sens, ces réseaux prolongent la logique des grands programmes publics du passé, mais ils visent à satisfaire une demande essentiellement privée et non pas liée aux dépenses et infrastructures publiques. En outre la relation « verticale » entre le donneur d'ordre et les entreprises sous-traitantes est remplacée par des connexions beaucoup plus « horizontales » entre entreprises dont les compétences sont largement complémentaires. L'aide publique est néanmoins nécessaire dans la mesure où les coûts d'établissement et les problèmes de coordination propres à tout réseau peuvent empêcher leur émergence.

- Enfin, il peut exister une solution largement privée, à savoir l'intégration de la recherche appliquée et parfois fondamentale (qu'on se souvienne de

la découverte de la supraconductivité par un laboratoire IBM) au sein d'un grand groupe congloméral qui peut trouver dans les différentes entreprises composantes des sources d'application à des innovations et technologies qui seraient tant soit peu génériques. On songe à l'expérience des Keiretsu japonais jusqu'au début des années quatre-vingt-dix. Cependant, même dans ce dernier cas, certains programmes transversaux s'avéraient nécessaires dès lors que la taille des dépenses de R&D, ou la radicalité des innovations, interdisait la poursuite de tels projet au sein d'un seul Keiretsu. Au demeurant, même si les grandes entreprises japonaises effectuaient certaines recherches fondamentales, l'évolution des sources de la compétitivité et les liens croissants entre science et industrie ont conduit les responsables japonais à renforcer les universités, comme vecteur de la recherche la plus généraliste. Même dans ce cas, les externalités demeurent et l'action publique s'avère nécessaire et doit emprunter l'une des trois voies précédentes.

Aucune de ces approches n'est parfaite à elle seule tant le processus d'innovation est complexe et son succès dépend d'un équilibre entre impératifs contradictoires. Pour apprécier la forme d'intervention la plus adéquate dans le contexte des années quatre-vingt-dix et de la décennie suivante, il convient de caractériser les transformations majeures auxquelles firmes, organismes de recherche et responsables publics ont aujourd'hui à faire face.

## **Un changement de paradigme productif**

À grands traits, la croissance de l'après seconde guerre mondiale s'est alimentée d'un double processus. D'un côté, un petit nombre de pays au premier rang desquels les États-Unis se situaient à la frontière technologique et comptaient sur les avancées des connaissances fondamentales et de la recherche appliquée pour découvrir de nouveaux procédés et processus. D'un autre côté, la plupart des pays étaient engagés dans un processus de rattrapage des normes de la production de masse, à travers l'achat de biens d'équipement et l'importation des méthodes modernes de gestion. Pour ces derniers il n'était donc pas nécessaire d'avoir une politique active d'innovation si ce n'est pour des programmes publics souvent liés à la défense. Ainsi se combinaient un modèle linéaire qui fait se succéder avancées scientifiques, innovations et performances économiques, et un processus de rattrapage peu coûteux en termes de R&D. Cette configuration s'est transformée sous la pression d'une multiplicité de facteurs.

### *Le modèle linéaire est largement révolu*

Un certain épuisement des sources de la productivité par la production de masse traditionnelle est perceptible dès la fin des années soixante aux

États-Unis, après les deux chocs pétroliers en Europe et au Japon. Le paradoxe de Solow souligne le contraste entre la multiplication des outils informatiques et le tassement des tendances de la productivité globale des facteurs. Pour rendre compte de ce paradoxe, on a fait appel soit à un simple problème de mesure statistique (erreur systématique de l'indice des prix à la consommation, mauvaise appréciation de la croissance des services), à un retard d'adaptation du mode d'organisation des firmes (incapables d'exploiter pleinement les perspectives ouvertes par les techniques de l'information) ou des interventions publiques (comme ce fût le cas lors des précédentes « révolutions » technologiques). Ou encore par le fait que l'innovation buterait sur la zone des rendements décroissants dans la plupart des secteurs autres que ceux des hautes technologies (Mairesse et Hall, 1996).

On observe aussi que l'apparition de surcapacités dans les industries motrices de l'après-guerre et la diversification de la demande a fait passer d'un marché de vendeurs à un marché d'acheteurs. La concurrence ne porte plus seulement sur les coûts mais sur la qualité et la nouveauté du produit. Il semblerait que l'innovation technologique soit un argument important d'achat pour une fraction significative de la population qui, par ailleurs, est aussi sensible à l'arbitrage qualité-prix (CRÉDOC, 1994). Ainsi, la qualité des relations au marché détermine-t-elle largement le succès ou l'échec de l'innovation.

La concurrence s'exerce en outre de moins en moins sur le seul territoire national puisque les échanges croisés se développent plus rapidement que la production dans l'ensemble du monde. L'innovation se place ainsi dans un nouveau contexte d'internationalisation, parfois qualifié de globalisation. En matière de technologie, ceci signifie qu'un plus grand nombre de firmes et de pays se trouvent à la frontière technologique, ce qui explique la multiplication des opérations de partenariat à l'échelle multinationale, le phénomène étant beaucoup plus marqué pour les firmes américaines qu'européennes ou japonaises (Commission européenne, 1997).

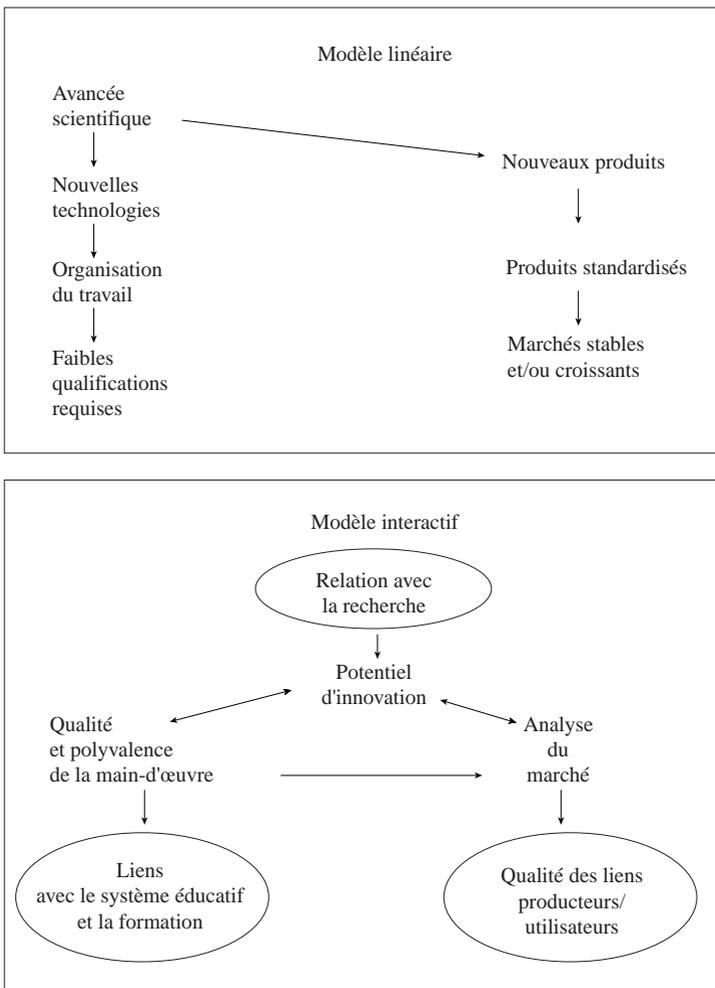
Enfin, les technologies de l'information et des télécommunications donnent accès à un paradigme productif nouveau susceptible de transformer les conditions de production et d'organisation de la plupart des firmes. Les systèmes nationaux d'innovation favorisent plus ou moins la mise en œuvre de ce paradigme qui se décline selon diverses modalités en fonction de la trajectoire historique et la spécialisation économique propres à chaque pays.

De ce fait, les conditions d'utilisation et de diffusion des avancées technologiques et organisationnelles deviennent au moins aussi importantes que la création de nouveaux produits et procédés puisqu'elles condition-

nent la viabilité de la spécialisation et donc de l'emploi dans de très nombreux secteurs. En effet, les transformations des vingt dernières années ne s'interprètent pas seulement comme l'émergence d'un nouveau pôle d'impulsion de la croissance lié aux hautes technologies, mais comme la transformation de l'ensemble des méthodes de gestion des autres secteurs sous l'impact de la diffusion de ces technologies.

L'ensemble des ces transformations peut sans doute se résumer comme exprimant le passage d'un modèle linéaire, typique de la croissance de l'après seconde guerre mondiale, à un modèle interactif mettant en œuvre de fortes interdépendances entre innovation, analyse du marché et polyvalence et adaptabilité de la main-d'œuvre (figure 1).

### 1. Du modèle linéaire au modèle interactif



Cette organisation des firmes suppose elle-même un nouveau type de relations avec l'environnement, qu'il s'agisse des liens entre économie et recherche, éducation et formation, ou encore des communications entre producteurs et utilisateurs. Comme l'orientation et l'intensité de l'innovation ont changé par rapport à la période des trente glorieuses, nombre d'institutions et de formes d'organisation peuvent s'avérer déphasées par rapport aux nouvelles exigences de la période : modalités de financement de l'investissement immatériel, fiscalité, articulations entre recherche fondamentale et activité des firmes, formation et infrastructures publiques. Les formes de la solidarité s'en trouvent elles-mêmes affectées puisque ces changements ne sont pas sans conséquence sur la sécurité de l'emploi, la hiérarchie des salaires, ou encore la nature des dispositifs susceptibles d'aider à la reconversion des salariés et la formation aux nouveaux métiers. C'est dans ce contexte nouveau qu'il convient d'inscrire les politiques d'innovation.

### *Organisation en réseau, différenciation et qualité : trois caractéristiques clés*

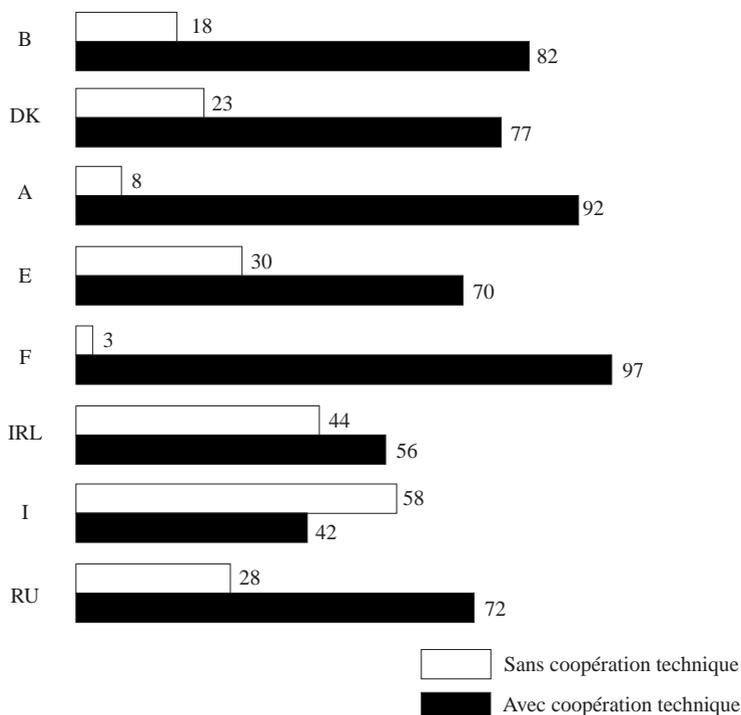
Diverses évidences empiriques, en nombre croissant, tendent à montrer l'impact de l'adoption de ce paradigme technologique et productif sur les performances des firmes et par extension sur celles des nations qui savent en favoriser l'émergence et l'essor.

En premier lieu, l'organisation en réseau de la recherche technologique semble avoir un impact, en général important, sur le succès des produits nouveaux et la conquête des parts de marché. L'impact apparaît très nettement dans les résultats des enquêtes européennes sur l'innovation (figure 2).

Ce phénomène est assez nouveau par rapport à l'innovation de produit qui intervenait dans la période de forte croissance, les changements étant de nature plus cosmétique et propres à chaque firme. On vérifie par ailleurs qu'une innovation plus active que celle des concurrents a pour effet de stabiliser les parts de marché pour une entreprise déjà en position dominante, mais surtout d'accroître cette part pour les autres entreprises (figure 3).

En second lieu, la production de masse de produits relativement standardisés semble céder la place à la recherche d'effets de différenciation, ce qui peut expliquer pour partie que la productivité du travail ou totale des facteurs ne suffise plus à résumer les performances des firmes comme des secteurs. En effet, une grande partie de leurs efforts porte sur la conquête de parts de marché, à travers un processus d'essais et d'erreurs et l'introduction d'une grande variété de produits nouveaux. Il ressort par exemple que les entreprises européennes les plus dynamiques jouent sur la diffé-

## 2. L'influence de la coopération technique sur les ventes de produits nouveaux ou améliorés



Source : Étude sur l'innovation dans la Communauté.

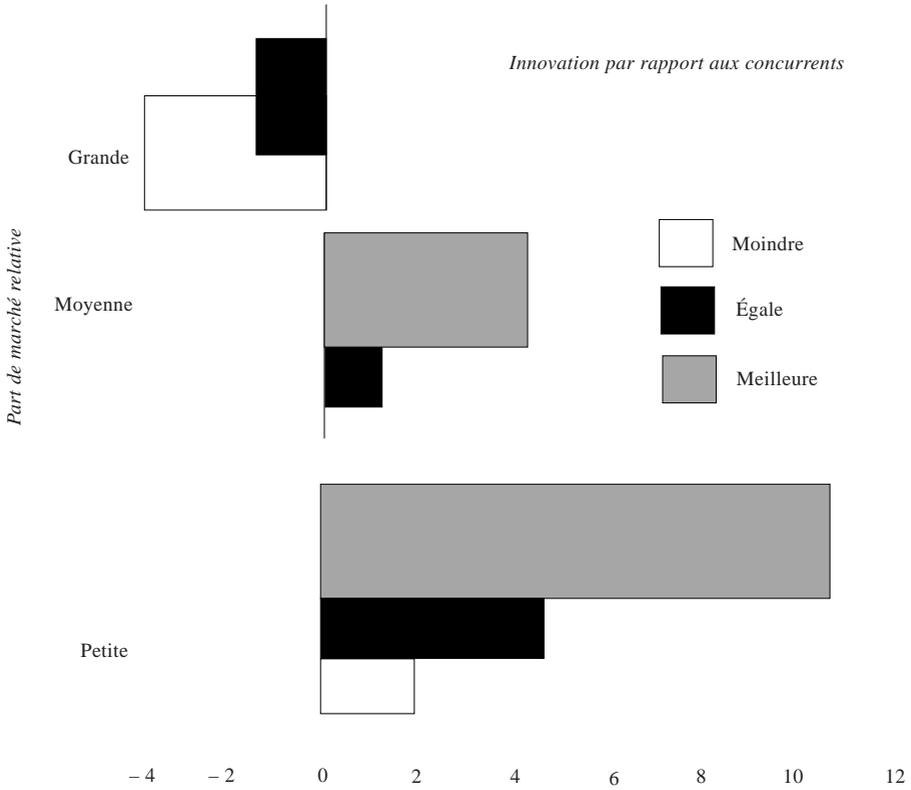
renciation des produits alors que la majorité des autres continuent à privilégier la réduction des coûts (figure 4).

Cet impact semble assez mal cerné par les indicateurs statistiques usuels, faute de la généralisation d'indices de prix hédoniques qui permettraient de cerner l'accroissement de la satisfaction du consommateur. Cette hypothèse connaît un début de vérification concernant l'industrie automobile par exemple (Guellec, Ralle et Glenat, 1993), l'accroissement du nombre de modèles offerts jouant un rôle dans la formation des termes de l'échange.

Un troisième vecteur de la concurrence n'est autre que la différenciation dans l'échelle de la qualité. Conformément aux enseignements des modèles théoriques, il ressort que les firmes qui choisissent de se placer dans le segment haut de la qualité bénéficient de parts de marché supérieures, que les marchés soient stagnants, en déclin ou en expansion (figure 5).

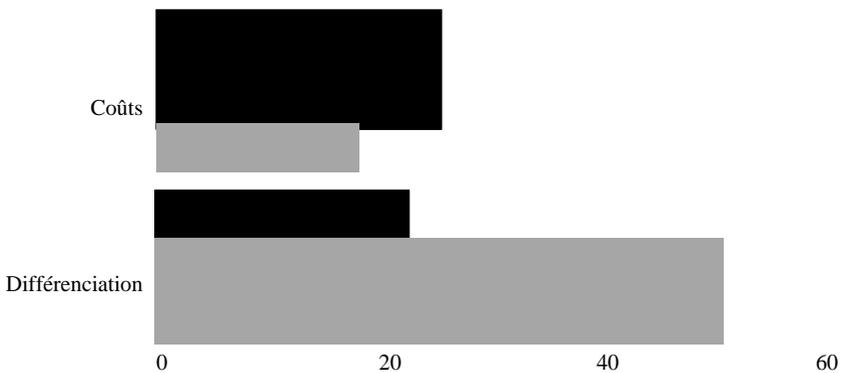
La qualité constitue un élément important de la compétitivité-hors-prix qui caractérise de longue date les entreprises allemandes et depuis deux

### 3. L'innovation est favorable à la défense ou à la croissance des parts de marché



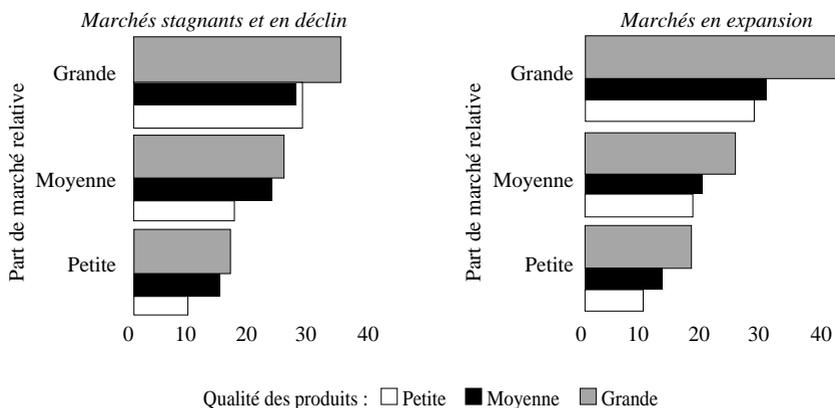
Source : Commission européenne (1997) : *La compétitivité de l'industrie Européenne*, p. 100 et p. 30.

### 4. Les entreprises européennes les plus dynamiques privilégient la différenciation des produits



Source : Commission européenne (1997), p. 31.

## 5. La qualité favorise les parts de marché, tant sur les marchés stagnants que sur ceux en expansion



Source : Commission européenne (1997) : *La compétitivité de l'industrie européenne*, p. 29.

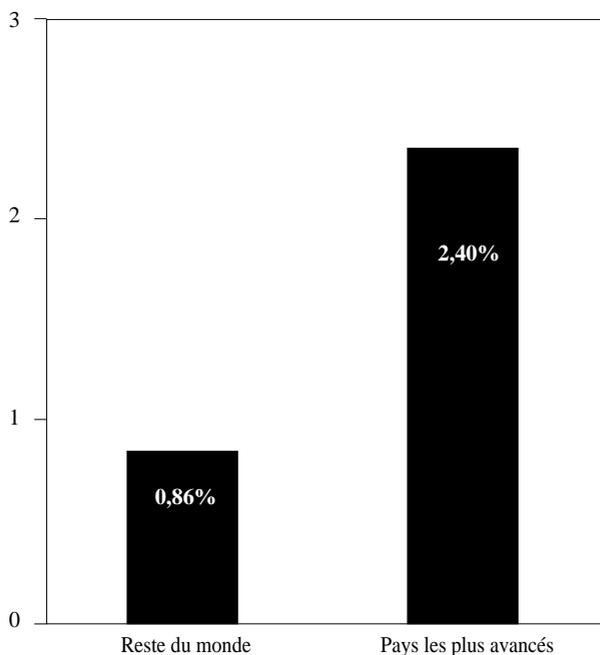
décennies les firmes japonaises. Mais on trouve en France aussi que les entreprises qui ont adopté une logique offensive de réorganisation ont obtenu simultanément un accroissement de la qualité, une réduction des délais de livraison et une réduction des stocks (SESSI, 1995). Certains travaux théoriques suggèrent que les dispositifs de gestion correspondants sont très largement complémentaires, et définissent un modèle organisationnel des firmes très différent de celui qui caractérisait la production de masse traditionnelle (Milgrom et Roberts, 1990).

Enfin, l'adhésion à ce paradigme technologique et productif semble être un facteur clé de différenciation dans les performances de croissance. Alors que jusqu'au milieu des années quatre-vingt, certaines économies nationales pouvaient croître très rapidement grâce à la simple adoption des méthodes de la production de masse, depuis une décennie l'aptitude à convertir en produits nouveaux les avancées scientifiques et technologiques semble être un facteur déterminant dans la différenciation des rythmes de croissance (figure 6). Les ressorts de la croissance ont donc changé et une nouvelle carte de la division du travail est en voie d'émergence, avec des conséquences importantes quant à la création d'emploi et l'évolution du niveau de vie, dans les pays de vieille industrialisation.

### Les théories des années soixante ne sont plus pertinentes

La théorie de la croissance a été dominée pendant trente ans par le modèle de Solow. À long terme, le rythme de croissance se fixait en fonc-

## 6. Les pays les plus avancés en matière de sciences et de technologies croissent plus vite que les autres (1986-1994)



Source : Commission européenne (1997) : *Second European report on S & T indicators 1997*, p. 9.

tion de l'intensité du progrès technique, considéré comme autonome, et des tendances de la population active supposées elles aussi exogènes. Les premières études empiriques menées sur les États-Unis, par Solow lui-même, puis Denison conclurent que le changement technique expliquait plus de la moitié du rythme de croissance. Carré, Dubois et Malinvaud trouvèrent des résultats analogues pour la France. Ceci ne manqua pas de soulever une controverse : le résidu mesurait-il effectivement le changement technique ou n'était-il que la mesure de notre ignorance ? Si la croissance s'expliquait par le progrès technique, par quoi s'expliquerait le progrès technique ? Par des causes « inconnues », mais aussi largement par l'effort de recherche scientifique et technique. D'où l'accent mis sur le rôle de la recherche et développement, conformément au « modèle linéaire », alors en vigueur dans la littérature sur le changement technique (figure 1).

### *Des phénomènes largement inexplicés*

Depuis le milieu des années quatre-vingt, les économistes se sont intéressés à nouveau aux relations entre l'innovation, la croissance et l'emploi,

afin de renouveler la compréhension que livrait le modèle initial (Solow, 1956). En effet, les prédictions de ce modèle souffraient de quelques lacunes majeures.

De fait, à long terme, la croissance s'avérait totalement exogène puisque ne dépendant que d'une évolution réputée autonome du changement technique, source d'amélioration de la productivité globale des facteurs, et des tendances de la population active, elles-mêmes réputées indépendantes de l'activité économique. Le modèle postulait en outre le plein-emploi, hypothèse admissible jusqu'aux années soixante-dix mais non tenable depuis, au moins en Europe.

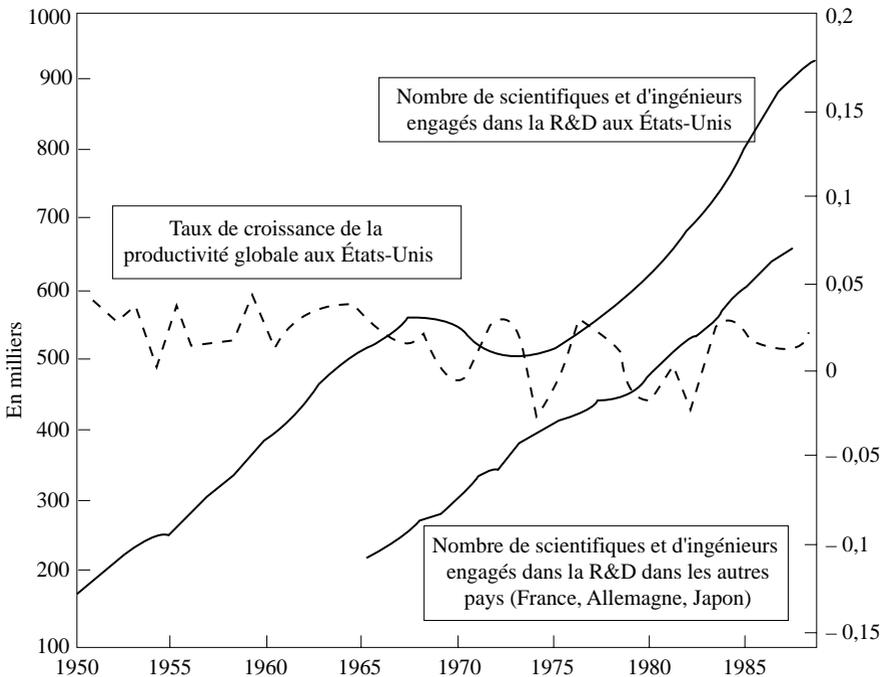
Enfin, les connaissances scientifiques et technologiques constituaient dans cette analyse l'équivalent d'un bien public pur, dont chaque entreprise ou nation pouvait s'approprier les bénéfices, sans que l'on s'interroge sur les raisons de l'allocation de ressources à la science et à la technologie, supposée dépendre de décisions publiques et non pas privées. En conséquence, tous les pays devraient converger dans le long terme, vers le même sentier de croissance, d'autant plus aisément que les échanges entre les scientifiques et ingénieurs de tous pays seraient intenses.

De leur côté, les spécialistes du changement technique traitaient de la question complémentaire de la genèse et de la diffusion de l'innovation. Ils concentraient leurs recherches sur les relations entre les dépenses de recherche et développement et le dynamisme de l'innovation, de produits comme de procédés. Par ailleurs, l'activité de R&D était elle-même expliquée par la taille de l'entreprise, le degré de concentration ou encore le secteur (Mansfield, 1977). Mais, sauf exception, la macro-économie de la croissance et les analyses du changement technique demeuraient des domaines de recherche très largement déconnectés.

À partir des années quatre-vingt, les prédictions tirées de ces deux séries d'analyses sont apparues très largement décalées, par rapport aux tendances observées. D'une part, aux États-Unis, l'accroissement des dépenses de recherche et développement et de la part des chercheurs et ingénieurs dans la population active totale n'était pas associé à un relèvement de la productivité globale des facteurs (figure 7, Jones, 1995, p. 405). D'autre part, les pays en développement étaient loin de tous converger vers les niveaux de productivité des pays avancés, comme en témoignait la diversité des trajectoires des pays latino-américains, du Sud-est asiatique et plus encore de l'Afrique (figure 8, Amable et Juillard, 1997).

Enfin, un pays comme le Japon était parvenu à la frontière technologique et organisationnelle, pour un certain nombre de secteurs tout au moins, sans disposer d'un potentiel scientifique aussi fort que celui des États-Unis.

## 7. Augmentation du nombre de scientifiques et d'ingénieurs, mais pas d'effet sur la productivité globale des facteurs



Source : C. Jones (1995), p. 763.

Cette constatation jetait quelques doutes sur la généralité du modèle dit linéaire qui liait étroitement avancées scientifiques, innovations technologiques et performances macroéconomiques. Ainsi l'apprentissage par la production, ou encore par l'usage ou la communication pouvait à terme déboucher sur des innovations de nature différente de celle impliquée par le modèle linéaire (Goto et Odagui, 1997).

### Les pistes ouvertes par les théories de la croissance endogène

Ces anomalies ont suscité un regain de recherche sur les déterminants de la croissance, qui intervient au milieu des années quatre-vingt avec la publication d'une série d'articles qui font de l'innovation le cœur de la croissance (Romer, 1986 et 1991 ; Lucas, 1993). D'un strict point de vue théorique, les mérites de cette littérature sont largement reconnus, au point de constituer le point de départ de nouveaux manuels de théorie de la

croissance (Barro et Sala-i-Martin, 1995 ; Aghion et Howitt, 1998) et de présentations pédagogiques (Guellec et Ralle, 1995).

### *L'innovation au cœur du processus de croissance*

Pour l'essentiel, l'innovation devient endogène au sens où les entreprises évaluent la rentabilité attendue de l'innovation par rapport à une production traditionnelle et arbitrent entre, d'une part, l'embauche d'opérateurs chargés de la production courante, d'autre part, celle de scientifiques et d'ingénieurs afin qu'ils élaborent de nouveaux procédés et/ou de nouveaux produits. Ce choix dépend entre autres facteurs du taux d'intérêt, de la plus ou moins grande probabilité d'obtention d'innovations et de la taille de la population, et donc du marché potentiel.

Les innovations aboutissent en outre à des connaissances nouvelles qui favorisent à leur tour l'obtention d'autres procédés et produits. La croissance dérive précisément des externalités qui sont ainsi créées de l'interaction entre processus d'innovation décentralisés. Les brevets et les droits de propriété intellectuelle permettent de protéger la rente d'innovation pendant une période limitée, tout en permettant l'utilisation des connaissances correspondantes pour la recherche et la découverte d'autres produits ou procédés. Contrairement à la science dont les résultats sont des biens publics purs, les bénéfices de l'innovation sont partiellement appropriables, mais sont d'autant plus grands qu'ils se diffusent par un processus d'adoption et d'imitation. Concilier ces deux impératifs (créer des incitations à l'innovation mais permettre ensuite leur diffusion) est précisément l'objet des politiques publiques qu'elles prennent la forme de la législation des brevets, de subventions à la R&D ou encore de la création d'instituts publics de recherche.

Ces théories retrouvent donc les intuitions schumpétériennes qui font de l'innovation le moteur du développement (Schumpeter, 1911) et dont seuls les spécialistes du progrès technique exploraient de longue date et avec persévérance les conséquences (Freeman, 1979). Pour ces derniers, les innovations tendent à se concentrer selon des technologies et des formes d'organisation complémentaires de sorte que la plupart des phases longues de croissance ont eu pour origine une percée radicale, ou à défaut majeure, de produits et technologies génériques : la machine à vapeur, le moteur électrique, l'automobile, ... et de nos jours les technologies de l'information (Freeman et Soete, 1991). Ainsi genèse et diffusion des innovations sont-elles réconciliées au sein d'un même ensemble théorique.

### *Destruction créatrice et emploi : un retour à Schumpeter*

La plupart des modèles de croissance endogène supposent le plein-emploi de la main-d'œuvre de sorte qu'ils s'attachent seulement à déter-

miner la répartition entre activités de production et de recherche. Par ailleurs, les connaissances sont supposées strictement cumulatives et non soumises à obsolescence. Cela rend d'autant plus intéressantes celles des formalisations qui au contraire admettent que certaines innovations détruisent l'intérêt d'anciens procédés et lignes de production, ce qui affecte la compétence des salariés. Celle-ci peut ainsi se trouver dévalorisée du fait de l'irruption d'une innovation qui bouleverse les conditions de l'activité antérieure (Aghion et Howitt, 1993 et 1998). Ainsi, l'innovation est tout autant créatrice que destructrice, de sorte que le chômage peut résulter soit d'une incapacité à innover qui induit un déclin de l'emploi, soit d'un emballement de l'innovation qui détruit plus de compétences anciennes qu'elle n'ouvre d'emplois nouveaux. Il existerait donc un rythme d'innovations optimal du point de vue de l'emploi et les interventions de la puissance publique pourraient viser à l'obtenir grâce à des interventions en matière de fiscalité et de subventions, ou encore d'organisation des relations entre recherche fondamentale, appliquée et activité économique.

Les formalisations de ce processus dans le cadre de la croissance endogène (Aghion et Howitt, 1998, chapitre 12) fournissent des orientations pour la politique économique. En effet la croissance en longue période dépend alors positivement des taux respectifs de subvention à la formation du capital et à l'innovation, de la productivité de la recherche et développement, et de la taille des innovations. Il faut noter qu'elle dépend aussi négativement du taux de préférence pour le futur et du taux de dépréciation (*op. cit.* p. 414). Pour sa part, le taux de chômage – qui correspond à la transition d'un emploi et d'une ancienne compétence vers une nouvelle entreprise – dépend positivement du rythme de croissance de longue période, de la préférence pour le futur, du taux de départ des salariés pour des raisons extra-économiques, négativement du taux de partage des rentes de l'innovation et des coûts fixes d'établissement de chaque firme.

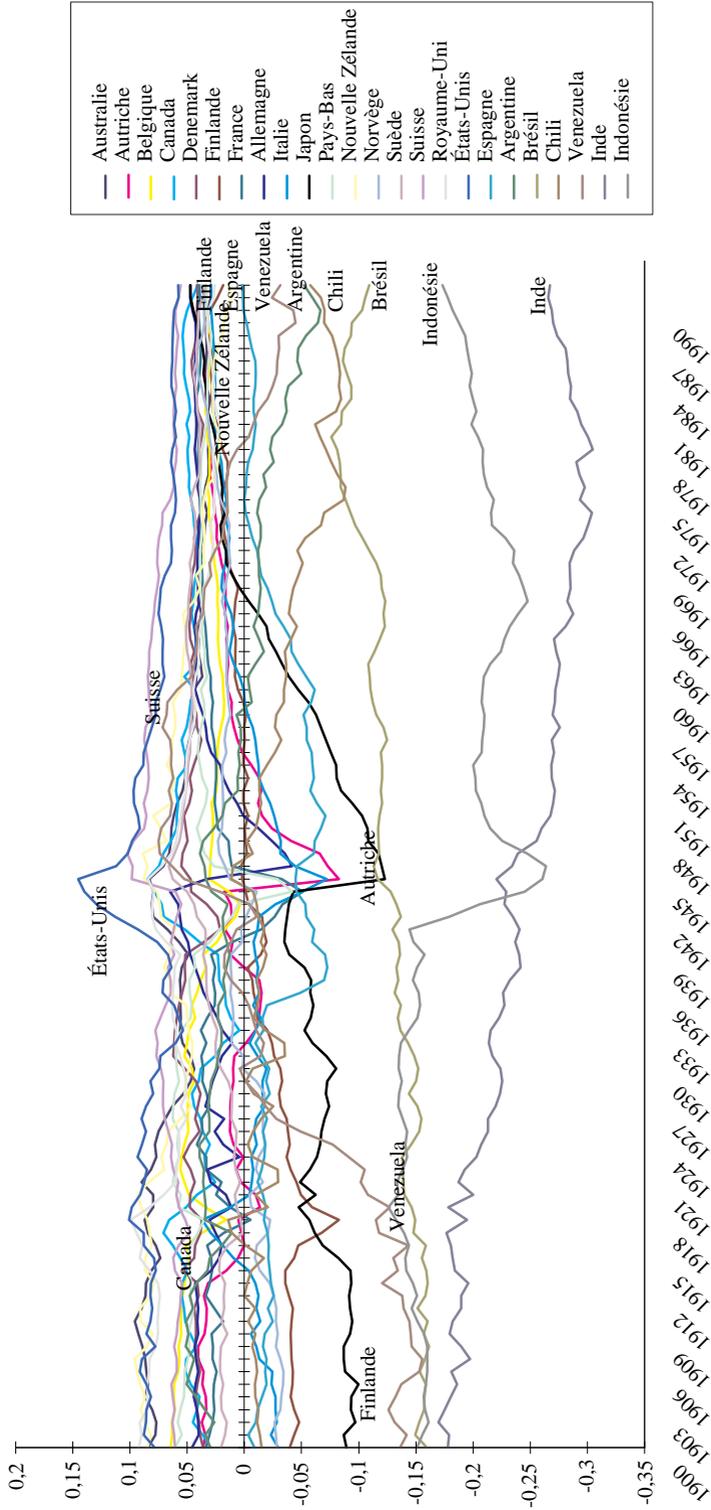
### *Multiplicité des canaux du changement technique, diversité des trajectoires nationales*

Du fait de la variété des paramètres qui caractérisent chaque économie nationale et son ouverture aux flux des connaissances et des échanges de produits, les pays ne convergent plus nécessairement vers le même rythme de croissance à long terme, d'où une variété de trajectoires de croissance. On peut même imaginer que certains d'entre eux soient prisonniers d'une trappe de sous-développement, ou encore qu'ils ne rattrapent que partiellement les niveaux de productivité observés à la frontière technologique (figure 8).

Voilà qui réconcilie l'analyse théorique avec les observations récurrentes à propos de la divergence de certains pays (Verspagen, 1993) ou

## 8. Non convergence des niveaux de productivité

Log (PIB/habitant de chaque pays) - Log (moyenne des PIB/habitant)



Source : Amable B. et Juillard M. (1997) : *The historical process of convergence* (2). Papier présenté à la conférence « Economic Growth in closed and open economies », Castelvecchio Pascoli, Italy, 20-24 septembre.

encore la théorie des clubs convergence limitée aux pays qui ont des niveaux de développement et des formes de d'organisation analogues (Baumol, Blackman et Wolff, 1991). Dès lors, la politique d'encouragement de l'innovation peut revêtir des formes variées selon la situation initiale du pays considéré et les orientations stratégiques retenues par le gouvernement. La même politique ne produit pas partout les mêmes effets car les conditions ne sont pas les mêmes, enseignement utile dans les discussions contemporaines à propos des comparaisons Europe/États-Unis et de la nécessité d'adopter les mêmes dispositifs incitatifs de part et d'autre de l'Atlantique.

Enfin un dernier mérite des théories de la croissance endogène est d'avoir montré la multitude des canaux à travers lesquels se manifestent les externalités qui permettent la croissance (tableau 5). Si à la base on trouve l'hypothèse centrale d'un rendement constant d'au moins un facteur accumulable (Guellec et Ralle, 1995), cette hypothèse peut se décliner selon diverses modalités. Certains invoquent le rôle du capital productif comme porteur des externalités technologiques (De Long et Summer, 1992), d'autres, celles propres à l'avancée des connaissances (Romer, 1996), ou encore les effets de localisation des grappes d'innovation ou des rendements d'échelle croissants (Krugman, 1992). D'autres auteurs encore privilégient le rôle de l'amélioration de la qualité dans le maintien d'une rente oligopolistique (Grossman et Helpman 1991) ou encore impact des infrastructures publiques (transports, éducation, recherche, télécommunication, droit de la propriété intellectuelle, qualité et profondeur des marchés financiers, ...) (Aschauer, 1989). La liste ne serait pas complète si l'on n'ajoutait pas le rôle de la formation dans le capital humain (Lucas, 1988), ou encore les effets d'expérience par la production (Lucas, 1993).

### *Une conception renouvelée de la politique économique : une action « structurelle » sur l'offre*

Ces diverses variantes du progrès technique endogène introduisent des objectifs et des instruments de la politique économique bien différents de ceux qui prévalaient antérieurement. Si dans les années soixante, les conceptions keynésiennes insistaient sur le réglage fin de la conjoncture par l'intermédiaire de la demande, si les années soixante-dix et quatre-vingt ont donné la primeur à la clarté et à la cohérence du système d'incitation, pour leur part les années quatre-vingt-dix sont marquées au sceau de conceptions éminemment schumpétériennes : l'essentiel est de stimuler les perspectives de croissance à long terme grâce à l'encouragement des divers facteurs contribuant à l'innovation. De ce fait, la politique économique peut agir sur diverses composantes du processus correspondant :

- Dans la mesure où l'investissement productif, tout particulièrement l'investissement en matériel, reste le support d'une certaine cumulativité du changement technique, les gouvernements se doivent d'encourager une formation du capital régulière et soutenue. Les outils d'intervention privilégiés sont alors la taxation des profits, les aides à l'investissement, l'organisation des marchés financiers, la clarté et la prévisibilité des grandes orientations de la politique économique, conçue comme réductrice d'incertitudes.

- Si au contraire on privilégie le capital immatériel, la législation sur les brevets devient essentielle dans la mesure où les pouvoirs publics peuvent jouer sur la durée, le champ et la profondeur de la garantie donnée à l'innovateur. Mais l'action publique peut aussi concerner l'amélioration de la qualité des liens entre recherche publique et firmes privées, ou encore elle peut veiller à la neutralité tant de la fiscalité que du système financier à l'égard de l'arbitrage entre capital matériel et immatériel.

- Ou encore, si l'on considère que l'innovation consiste majoritairement en la production d'idées nouvelles à partir d'idées anciennes, ce sont la mobilité des chercheurs et des ingénieurs, la qualité de l'éducation et de la formation, tant des chercheurs que des producteurs, ou encore l'insertion dans les réseaux de recherche fondamentale et de recherche appliquée, qui deviennent primordiales. L'ouverture à la communauté internationale, productrice d'idées, devient un impératif.

- Comme ce sont les individus qui par leurs interactions produisent les idées nouvelles, il est clair que la formation du capital humain est en dernière instance la variable clé de l'innovation : ne faut-il pas préférer une société dont tous les équipements matériels auraient été détruits mais les connaissances incorporées dans les individus ou les organisations intégralement conservées à une autre société dans laquelle ne subsisteraient que de machines, servies par des opérateurs amnésiques ? Voilà pourquoi en très longue période, c'est la qualité de l'éducation et le volume des moyens qui lui sont consacrés, tout comme l'attractivité des carrières scientifiques et technologiques qui déterminent la capacité d'innovation d'une Nation.

- Par contraste, si les connaissances nouvelles viennent de l'apprentissage que livre la pratique de la production dans des contextes changeants et renouvelés, alors les savoir-faire sont très largement idiosyncratiques, propres à un type de procédé, ou à une forme d'organisation de l'entreprise. C'est alors la stabilité de l'emploi qui permet la cumulativité des connaissances... par opposition avec la conception qui insiste sur la mobilité des idées et des chercheurs. On mesure au passage combien les conséquences des théories des croissance endogène sont multiformes et sous-déterminées, en l'absence d'études empiriques permettant de cerner lequel

## 5. Externalités positives et croissance : quelles conséquences pour la politique économique ?

Sources d'externalités	Intensité des effets	Robustesse des estimations	Instruments de politique économique
Le capital productif	Fort	Élevée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxation, organisation des marchés financiers, prévisibilité de la politique économique.</li> </ul>
Le capital immatériel	Petite à importante selon les secteurs	Relativement satisfaisante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Législation des brevets</li> <li>• Qualité des liens recherche/économie</li> <li>• Neutralité de la fiscalité et du crédit par rapport à l'arbitrage capital matériel/immatériel.</li> </ul>
Les connaissances et les idées	Réputée élevée	Peu ou pas de résultats empiriques convergents	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobilité du capital et de la main-d'œuvre</li> <li>• Priorité à l'éducation et à la formation</li> <li>• Aides aux réseaux et partenariats</li> <li>• Ouverture à la communauté internationale</li> </ul>
Le capital humain	Importante	Relativement assurée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subvention à l'éducation et la formation</li> <li>• Définition des cursus et des diplômes</li> <li>• Accès au crédit pour les étudiants</li> </ul>
Effets d'apprentissage par			
• La production	Significative	Pas très assurée, mais évidences monographiques (Japon)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Stabilité</i> de la main-d'œuvre, mais stimulation par la <i>concurrence</i></li> </ul>
• L'usage	Apparemment croissante	Peu ou pas de résultats	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposition de la population aux technologies génériques</li> </ul>
La localisation sur un même espace	Potentiellement très importante (Detroit, Silicon Valley, Route 128)	Incertaine, car résultats d'études monographiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aide à la formation de technopoles</li> <li>• Qualité des infrastructures locales</li> <li>• Qualité des liens éducation, recherche, entrepreneuriat</li> </ul>
L'apprentissage de la qualité	Élévation de la rentabilité des firmes	Estimations indirectes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualification de la main-d'œuvre</li> <li>• Normes publiques exigeantes (environnement)</li> </ul>
Infrastructures publiques	De très forte à inexistante	Problématique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Détecter celles des infrastructures qui limitent la croissance</li> <li>• En favoriser la construction</li> </ul>
Formes de la concurrence	Potentiellement importante, mais impact ambigu	Pour la plupart des secteurs, impact positif	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuster par la taxation l'intensité de l'innovation à son optimum pour la société</li> </ul>

de ces divers facteurs vient limiter la croissance pour une économie donnée à une phase bien précise de son histoire.

- Mais c'est aussi la qualité des interactions entre les firmes et leurs clients qui peut jouer un rôle déterminant dans l'orientation de l'innovation, car elles permettent de développer les compétences productives dans

la direction qui est la plus fructueuse en terme de marché. Le facteur déterminant est alors la taille et la sophistication du marché, évolution que les pouvoirs publics peuvent tenter de favoriser, par exemple à travers la formation et les systèmes éducatifs. On songe par exemple au rôle que peut avoir l'école dans la maîtrise des technologies de l'information ou autres technologies modernes.

- Si l'innovation passe par l'amélioration permanente de la qualité, alors la qualification de la main-d'œuvre, l'établissement de normes professionnelles ou publiques exigeantes par exemple en matière de sécurité, de préservation de l'environnement, d'organisation du travail doivent constituer autant de points d'application de la politique économique.

- On ne saurait bien sûr négliger le rôle des grandes infrastructures de communication et d'intégration du territoire. Si ce rôle fut assuré par la constitution d'un réseau ferré au XIX<sup>e</sup> siècle, par l'urbanisation et les grands réseaux routiers au XX<sup>e</sup> siècle, il se pourrait que le siècle prochain appelle la constitution de nouveaux réseaux, qu'il s'agisse de transports collectifs à grande vitesse ou bien sûr des technologies de communication. Plus généralement, la politique budgétaire et fiscale peut encourager la constitution des infrastructures collectives qui sont cruciales pour la mise en œuvre par les firmes privées du paradigme interactif.

- Par contraste, d'autres formes de savoir-faire se diffusent mieux à l'échelle locale, car elles sont difficilement codifiables et supposent en quelque sorte un face à face. On aura reconnu un trait majeur des districts industriels tels qu'ils furent proposés par Alfred Marshall, et dont le succès de certaines technopoles vient renouveler l'intérêt. La politique d'aménagement du territoire devrait alors favoriser les effets d'agglomérations qui font sens par rapport à la genèse et la diffusion de l'information, par opposition à la tentation d'un saupoudrage en vue d'équilibrer la distribution des populations au sein d'une nation ou d'une région.

- Enfin, il ne faut pas oublier que pour Schumpeter, l'innovation n'est pas sans relations avec les formes de la concurrence... même si l'économiste viennois a beaucoup varié au cours du temps quant au rôle respectif du petit entrepreneur innovateur ou de la grande firme, hésitation qui manifeste assez la complexité des liens entre concurrence et innovation. Pour ne prendre que cet exemple, les autorités bruxelloises ont tendance à faire de l'innovation la conséquence de l'intégration du grand marché européen, et donc du maintien de la concurrence le déterminant essentiel de l'innovation technologique. Les formalisations contemporaines apportent un point de vue différent lorsqu'elles suggèrent que pourrait exister en théorie un optimum de concurrence. Mais l'écart demeure grand entre ces prédictions théoriques et les enseignements des épisodes contemporains de déréglementation.

Nul doute que ces recherches aient renouvelé la compréhension des liens entre innovation et croissance grâce à la construction de modèles théoriques rigoureux qui permettent ainsi de réfléchir sur les objectifs et les outils des politiques visant à favoriser l'innovation. Elles ont aussi conduit, d'une part, à penser la relation innovation-croissance dans le cadre de nouvelles théories économiques, d'autre part, à réexaminer le paradigme de l'innovation et de son rôle dans le système productif.

## **Les systèmes d'innovation : diversité et complémentarité**

Parmi cet enchevêtrement d'interactions et de causalités, comment déterminer celles qui conditionnent l'intensité et la direction de l'innovation, à un moment donné du temps et pour une économie donnée. Il faut donc quitter le domaine de la seule théorie, pour tenter une caractérisation des interdépendances à l'œuvre.

C'est le mérite des approches d'inspiration néo-schumpétériennes que de tenter une description puis une analyse des interdépendances qui expliquent le succès, ou au contraire l'échec, des stratégies innovatrices des firmes. Il en ressort que les mêmes mesures n'ont pas toujours les mêmes impacts car elles s'inscrivent dans des contextes institutionnels variables selon les pays et les périodes. Ce que les formalisations théoriques supposent appartenir à un même ensemble de mécanismes, se déploieraient en fait selon différentes configurations, en fonction de l'histoire de l'industrialisation comme des orientations de la politique économique.

### *La firme qui réussit synchronise R&D et analyse du marché*

En premier lieu, il faut élargir l'analyse et ne pas considérer uniquement les dépenses de recherche et développement au sens du manuel de Frascati mais prendre en compte la variété des stratégies d'innovation. Conformément à la tradition schumpétérienne, elles concernent la création de nouveaux produits, la mise au point de procédés plus efficaces pour produire des biens déjà connus ou encore l'introduction sur un nouveau marché d'un bien dont la production a été initiée sur un autre espace géographique.

Dans un pays tel que l'Allemagne ou l'Angleterre, le design des produits est tout aussi important, alors qu'en Irlande les dépenses d'analyse du marché l'emportent largement sur celles de R&D. De plus, les dépenses d'innovation peuvent être sous-traitées à des organismes ou des instituts extérieurs comme c'est le cas en Allemagne. Bref la R&D n'est que l'une des composantes du dispositif dont se dotent les firmes pour tout autant se tenir au courant des avancées technologiques opérées par les concurrents que pour innover au sens strict du terme. Nombre de recherches en gestion

soulignent que la fonction du département de recherche dans les firmes est souvent de veille et d'information sur les mouvements des concurrents mais on ne peut utiliser et adapter les innovations venues d'ailleurs que si l'on maîtrise les grandes tendances du domaine concerné.

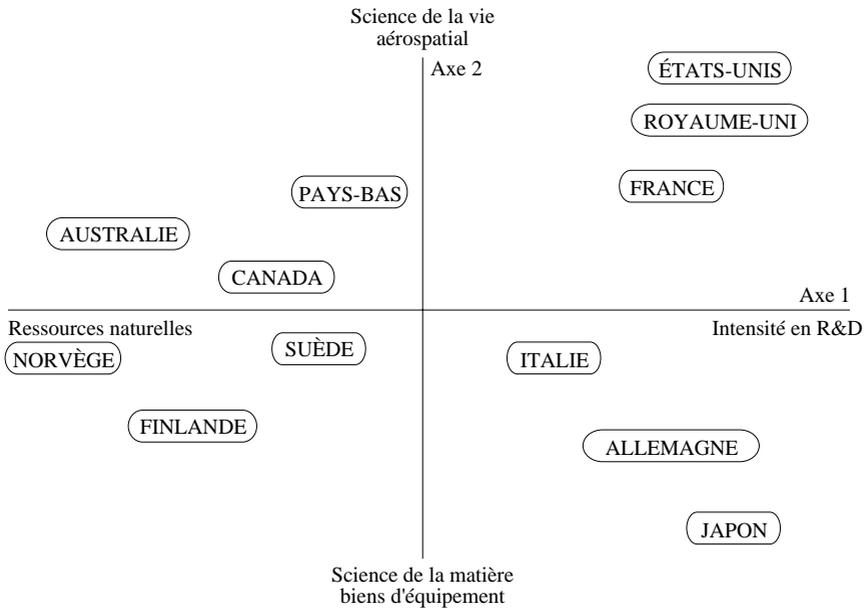
Leur principale source d'information est la R&D sous-traitée à l'extérieur, puis vient l'achat d'équipements, l'embauche de personnels qualifiés, l'utilisation des inventions effectuées par d'autres entreprises, sans oublier à un moindre degré, le rôle des consultants ou encore l'achat d'autres entreprises. Ainsi, même si les politiques publiques tendent à concentrer leur attention sur les aides à la R&D, ces dépenses ne sont que la partie émergée de l'iceberg. De ce fait, contrairement à ce qu'affirme le modèle linéaire, la R&D n'est pas la condition suffisante du succès technologique, constatation qui peut expliquer la variabilité des estimations du rendement du stock de connaissances quant à la croissance. C'est de la qualité de la synchronisation entre ces diverses sources d'information et de connaissance que dépend le succès de l'innovation, et plus encore la performance économique. Au niveau même de la firme, certaines complémentarités sont nécessaires à la survie de la firme dans son environnement concurrentiel, la politique de recherche n'étant que l'une des composantes de la stratégie déployée.

### *Des spécialisations scientifiques et technologiques marquées selon les pays*

Si on s'intéresse aux spécialisations en matière de recherche fondamentale et de dépôt de brevets, on constate que les principaux pays de l'OCDE se distribuent selon des configurations finalement très différentes (figure 9).

D'un côté les États-Unis, le Royaume-Uni et à un moindre degré la France, se caractérisent par la conjonction d'une assez forte intensité de la R&D et d'un développement privilégié des sciences de la vie et des brevets dans l'aérospatial. D'un autre côté le Japon, l'Allemagne et à un moindre degré l'Italie, manifestent aussi des efforts marqués de R&D, mais privilégient les sciences de la matière et les brevets liés aux biens d'équipement. Enfin, d'autres pays développent leur spécialisation scientifique et leur politique d'innovation en exploitant au mieux les ressources naturelles dont ils sont riches, ensemble qui regroupe des pays tels la Norvège, la Finlande et le Canada. Il est à noter que ces spécialisations sont très largement complémentaires les unes des autres et exploitent des dotations naturelles comme le résultat de choix stratégiques définissant autant de trajectoires technologiques. L'égalisation du rendement des dépenses d'innovation est parfaitement compatible avec une différenciation des spécialisations scientifiques et technologiques.

## 9. La composante scientifique et technologique des systèmes d'innovation. Une variété de configurations



Source : Amable et alii (1997), « Les systèmes d'innovation à l'ère de la globalisation », Economica, Paris, p. 147.

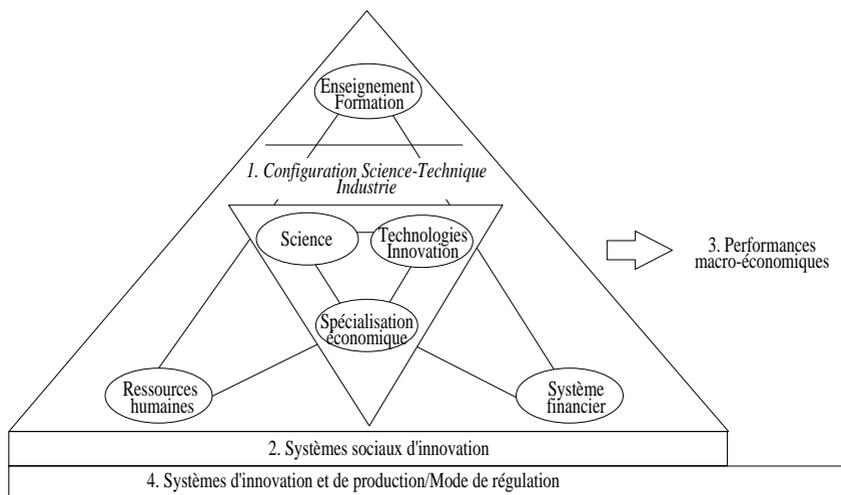
### *Chaque système d'innovation s'inscrit dans un réseau d'institutions éducatives, sociales et financières*

Mais on peut pousser l'analyse et s'interroger sur les facteurs institutionnels et organisationnels qui favorisent l'émergence de chacune de ces trajectoires. La vaste littérature sur les systèmes d'innovation insiste sur l'interdépendance entre avancée des connaissances scientifiques, type d'innovation et spécialisation économique (figure 10).

Cette complémentarité, déjà notée au niveau de la firme, tend à se prolonger pour l'économie tout entière lorsque l'on constate que ces trois domaines de la stratégie des firmes sont en correspondance avec l'architecture institutionnelle propre à chaque pays : d'une part, l'enseignement et la formation, d'autre part, la nature des relations professionnelles et le style de gestion des ressources humaines, enfin l'organisation du système financier, plus ou moins favorable à l'investissement matériel ou immatériel, au financement public ou privé, aux grands groupes ou aux PME. Les divers pays de l'OCDE se distribuent alors selon une autre ligne de partage, en fonction de la dominance ou non d'institutions économiques

## 10. La complémentarité des composantes d'un système d'innovation

Du profil scientifique et technique aux systèmes d'innovation et de production



Source : Amable, Barré et Boyer (1997), p. 127.

gouvernées par le marché (Amable *et alii*, 1997). Aux pays anglo-saxons s'opposent alors les pays scandinaves, le Japon et à un moindre degré les économies européennes.

### Quatre systèmes d'innovation aux logiques contrastées

On pourrait penser que l'une de ces configurations s'avère la meilleure en termes de performances tant économiques que sociales, notamment en matière de chômage. En fait, la proximité avec une spécialisation scientifique et technologique qui mettrait pleinement en valeur les technologies de l'information et de la communication, n'est pas en soi garante de bonnes performances quant à la croissance et au chômage. Certains systèmes d'innovation privilégient le dynamisme de l'emploi au détriment de la réduction des inégalités et la progression de la productivité, alors que d'autres continuent à développer l'efficacité dynamique et modèrent la croissance des inégalités mais au prix d'un chômage important. Il n'est donc pas de système d'innovation supérieur à tous les autres, ne serait-ce que parce que les institutions nationales entérinent de fait quelques choix sociétaux essentiels qui dépassent le domaine de l'innovation et qui varient largement d'un pays à l'autre. Enfin, le manque de croissance et la persistance du chômage ne peuvent pas être rattachées directement à un retard dans la maîtrise des technologies.

Lorsqu'on considère l'ensemble des données portant sur l'activité scientifique, l'innovation, la spécialisation économique, les institutions financières, celles du travail, les douze pays considérés dans l'étude de Amable, Barré et Boyer (1997) peuvent être regroupés selon quatre grands systèmes sociaux d'innovation et modèles productifs (tableau 6).

- Dans leur quasi-totalité, les pays anglo-saxons suivent une logique marchande, tempérée par des organismes de contrôle et manifestent leurs forces dans tous les domaines où il est aisé de breveter et de s'approprier les bénéfices de l'innovation.

- Le Japon représente un modèle dominé par l'organisation économique, financière et sociale de la grande entreprise. Sa force principale réside dans toutes les industries qui supposent l'accumulation de connaissances tacites et la coordination de l'innovation comme de la division du travail à travers de très nombreuses entreprises.

- La plupart des pays européens s'inscrivent dans un troisième modèle marqué tant par l'impact du processus d'intégration européenne — qui tend à synchroniser les conjonctures, harmoniser les politiques de la concurrence et homogénéiser certaines composantes des politiques économiques — que par le rôle déterminant des pouvoirs publics, qu'il s'agisse du gouvernement central (France) ou des autorités régionales (Allemagne). La compétitivité se développe alors plutôt dans les secteurs liés de façon directe ou indirecte à ces politiques publiques.

- Enfin les pays scandinaves et l'Autriche définissent une quatrième configuration, dans laquelle des partenaires sociaux fortement organisés mettent en œuvre une régulation sociale démocrate, dont la force se manifeste dans toutes les industries liées à la sécurité, à l'environnement, aux ressources naturelles et à la santé.

### *Des systèmes nationaux plus complémentaires que concurrents*

Ainsi, par rapport à la multiplicité des configurations possibles à partir des mécanismes privilégiés par les divers modèles de progrès technique endogène, l'observation suggère que seul un petit nombre de systèmes sociaux d'innovation caractérise les principaux pays de l'OCDE et que chacun d'entre eux a développé une spécialisation bien particulière compte tenu de l'organisation des systèmes éducatifs, des relations recherche-industrie, des caractéristiques des systèmes financiers, ... et bien sûr, dans certains cas, des dotations naturelles.

Selon ce point de vue, pour autant que soient trouvées des règles du jeu en matière de résolution des conflits sur le marché international, et que soit enfin stabilisé le système financier international, il est permis d'imaginer

## 6. Un tableau synoptique des quatre systèmes d'innovation et de production

CONFIGURATION				
	Marchande	Méso-corporatiste	Publique/intégration	Social-démocrate
<b>PRINCIPE GÉNÉRAL</b>	Le marché, vecteur essentiel des ajustements	La grande entreprise, vecteur de l'innovation et des compétences	Le public au cœur de l'innovation et des modes de régulation	Socialisation par institutions et négociations, des ressorts et conséquences de l'innovation.
<b>IMPLICATION POUR :</b>				
La science	Système de recherche fondé sur la concurrence entre institutions et individus	Une relative déconnexion du système académique par rapport aux applications technologiques	Recherche fondamentale publique, assez peu liée aux développements de produits	Orientée par les disponibilités naturelles et les besoins sociaux
La technologie	Importance des brevets et droits d'auteurs, comme incitation et garantie de l'innovation	Une partie des innovations demeure tacite, non codifiable, partagée au sein d'une entreprise	Impulsée par commandes publiques et/ou apprentissage sur les biens d'équipement	Remontée progressive de filières technologiques ; des ressources naturelles aux technologies de l'information.
Les ressources humaines	Fort polarisation entre hautes qualifications et innovation d'une part, qualifications médiocres et activité de production.	Éducation générale, homogène et généralisée, puis compétences spécifiques développées dans l'entreprise	Mobilité externe plus qu'organisée et ascendante, une certaine polarisation des qualifications	Idéal égalitaire en matière d'éducation et de rémunération, requalification par institutions publiques si « dégâts du progrès »
La finance	Sophistication des instruments financiers, y compris concernant le capital-risque pour l'innovation	Stabilité des participations financières, économie de crédit et long termisme	Rôle des banques, relatives difficultés de financement des innovateurs	Marchés financiers relativement rudimentaires
Les produits	Pression au renouvellement des produits	D'abord adaptation des produits et des procédés, puis remontée de l'innovation	Adaptation relativement lente au marché	Accent sur la qualité, le service, la différenciation
<b>AUTRES CARACTÉRISTIQUES</b>	Rôle d'impulsion des grands programmes publics (défense, espace,...) qui corrige les tendances de l'innovation privée	L'absence de grands programmes publics de type « mission » favorise le lien au marché Tendance à la clôture sur l'espace national du circuit d'innovation	Assez considérables variations selon les pays européens, en fonction du plus ou moins grand degré de centralisation des centres de décision publique	Large ouverture sur l'extérieur, extraversion croissante
<b>CONSÉQUENCES POUR :</b>				
L'innovation	Vagues schumpétriennes à partir d'innovations radicales, prépondérance d'une logique de brevet et d'individualisation des bénéfices de l'innovation	Aptitude à copier et adapter les produits et procédés en opérant des innovations incrémentales mais profitables	Innovations radicales supposant de grands investissements et un horizon temporel long. Adaptation des innovations de type fordiste, i.e. relativement centralisées	Innovations liées à la résolution de problèmes sociaux et économiques, qu'elles soient marginales ou radicales
La spécialisation	Secteurs liés aux innovations radicales : informatique, espace, pharmacie, finance et industrie des loisirs.	Secteurs nécessitant de larges coordinations et mobilisant une compétence localisée mais cumulative : auto, électronique, robotique	Secteurs liés aux grandes infrastructures publiques : transports, télécommunications, aéronautique, espace, armement	Secteurs répondant à la demande sociale (santé, sécurité, environnement,...) ou exploitant les ressources naturelles par remontée technologique

Source : Amable, Barré et Boyer (1997), pp. 188-189.

l'équilibre dynamique suivant entre différents systèmes d'innovation et de production (tableau 6, déjà cité).

- Au système marchand, l'avancée des connaissances fondamentales et le développement de l'innovation aboutissant à des connaissances codifiables, donc objet de transactions. La force de ce système est marquée en matière de biologie, logiciel, industrie des loisirs, ...

- Au système méso-corporatiste, le développement des nouveaux produits de la consommation de masse fondée sur la mobilisation des compétences accumulées en vue d'un renouvellement continu en fonction des attentes de consommateurs aux demandes très différenciées. L'avantage est évident dans le domaine de l'électronique grand public, des nouveaux moyens de transport, de la robotique.

- Au système social-démocrate serait confié le soin de fournir les nouveaux biens collectifs associés à l'éducation, la santé, le vieillissement de la population, les exigences de recyclage et de préservation de l'environnement. Qu'on pense à des innovations marquantes dirigées vers le système éducatif, les nouveaux appareils médicaux, ou encore l'invention de procédés économisant les matières premières.

- Enfin, au système d'intégration européenne et public reviendrait le soin de développer les innovations en matière d'infrastructures collectives. Qu'on songe aux trains à grande vitesse, réseaux de télécommunication, industrie spatiale, industrie d'armement ou de contrôle du désarmement.

À l'avenir, la répartition de la production entre ces diverses configurations institutionnelles dépendra d'une série de facteurs tenant au régime international, au contexte national, aux tendances du mode de vie, à l'orientation de l'opinion publique concernant la légitimité et l'ampleur des interventions de l'État ou la croyance en un grand marché autorégulateur. En conséquence, en l'absence de crise internationale majeure ou d'instabilité renouvelée, nous devrions observer des mouvements croisés entre les diverses spécialisations, sans que pourtant aucune des quatre logiques ne s'impose pour l'ensemble des secteurs et la totalité des pays.

### *Inertie des trajectoires de firmes et fortes dépendances par rapport au passé des systèmes d'innovation*

Mais l'enseignement essentiel de la littérature sur les systèmes nationaux d'innovation est sans doute que l'avantage concurrentiel lié à la maîtrise des technologies est une construction sociale, au demeurant dotée d'une notable inertie au cours du temps. D'une part, les compétences des firmes sont l'objet d'une lente accumulation et concernent toujours des procédés et des produits précisément délimités, qui tout à la fois ouvrent des perspectives d'innovation mais ferment certaines voies qui ne peuvent

être explorées que par d'autres firmes, dont l'histoire est différente. D'autre part, il n'est ni aisé ni rapide de transiter d'une architecture institutionnelle à une autre comme le montrent à l'évidence les recherches historiques sur la transformation des modes de régulation. En outre, la cohérence d'un mode de régulation tient à la complémentarité des différentes institutions qui en sont à l'origine, ce qui rend particulièrement difficile le changement des systèmes d'innovation. De plus, l'innovation tend à épouser les conceptions nationales en matière de performances économiques et de justice sociale (OCDE, 1991), de sorte que l'on observe une co-évolution entre les conceptions et les objectifs de la politique économique, le mode de régulation et le système d'innovation. Le changement peut bien sûr intervenir, comme le montre abondamment l'histoire technologique et industrielle, mais il se doit en général de respecter le principe cardinal qui fait la cohésion du mode de régulation. Cet enseignement n'est pas sans conséquence quant aux voies ouvertes à une réforme du système français.

## **Innovation, croissance, emploi : les enseignements de l'observation**

L'intuition suggère que l'innovation est une condition de la performance. L'observation confirme-t-elle cette intuition ? La question des rapports entre innovation, croissance et emploi peut être examinée au niveau de l'entreprise comme au niveau global. S'il paraît probable que les entreprises innovantes peuvent gagner sur les autres, l'analyse peut-elle être transposée au niveau d'un secteur ? La recherche et l'innovation sont-elles des paramètres clés de la croissance et de l'emploi au niveau du pays tout entier ? Quelles sont les conséquences du nouveau cours de l'innovation sur les qualifications et l'accès à l'emploi ?

D'un strict point de vue théorique, il est impossible de trancher car l'innovation a des effets complexes et de signe opposé, selon qu'elle porte sur l'amélioration d'un procédé ou la livraison d'un nouveau produit ou encore la copie d'une innovation déjà réalisée par un concurrent. De la même façon lorsque l'on passe du niveau de la firme à celui du secteur, l'évolution peut-être bien différente selon que l'innovation est progressive ou qu'elle est radicale au sens où elle ouvre de nouvelles perspectives de développement à un ensemble de firmes imitatrices. Il faut en outre considérer l'importance des élasticités de la demande par rapport au revenu et au prix, de sorte que s'introduisent des configurations très variées pour l'évolution des ventes d'un côté, de l'emploi de l'autre. Alors que la littérature tend à privilégier la configuration vertueuse « innovation-productivité-croissance-emploi », la plupart des autres possibilités peuvent être observées

selon l'histoire du secteur et le contexte macroéconomique. Lorsque l'on passe au niveau de l'économie toute entière, s'introduit la question de la distribution des gains de productivité ou du surplus généré par l'innovation entre profit, salaire et baisse des prix relatifs. On conçoit dès lors que l'impact d'une même innovation sur l'emploi dépende de façon cruciale des formes de la concurrence et du type de formation des salaires.

Il n'est dès lors pas de transposition simple de la firme à l'économie toute entière : l'impact de l'innovation devient donc une question essentiellement empirique. Cette deuxième partie vise à répondre à ces questions à partir d'une revue des études empiriques et des enquêtes existantes. Partant de données de panel, elle considère ensuite des coupes sectorielles puis des comparaisons internationales, avant de s'interroger sur la transformation des qualifications sous l'effet du changement technique organisationnel.

## **Innovation et performances des firmes**

L'impact économique des innovations peut d'abord être apprécié au niveau microéconomique. De ce point de vue, il est habituel d'opposer les innovations de produit et les innovations de procédé. On considère généralement que l'innovation de produit entraîne une augmentation du volume de production et une hausse de l'emploi, l'innovation de procédé s'accompagnant plutôt d'une baisse de prix et d'une réduction de l'emploi. Ces visions sont probablement trop simplistes et d'autres effets doivent être considérés. Par ailleurs, il faut garder à l'esprit que les mécanismes à l'œuvre au plan microéconomique ne peuvent pas être généralisés sans précaution à l'ensemble de l'économie.

### *La forme de l'innovation compte tout autant que son intensité*

Au plan microéconomique, l'innovation de produit peut être une réponse à la pression concurrentielle exercée par les concurrents. Elle peut se limiter à accompagner le marché et déboucher sur un simple maintien des parts de marché sans incidence notable sur l'expansion. Mais dans certains cas, le succès de l'innovation est tel que l'entreprise s'assure d'une croissance forte et créatrice de nouveaux marchés, sur le modèle de l'invention du nylon par Dupont de Nemours. De son côté, l'innovation de procédé peut réduire les facteurs nécessaires mais aussi relancer la demande du produit par une baisse de son prix. Il peut alors en résulter une augmentation des volumes qui stimule non seulement la production mais aussi l'emploi, si l'élasticité de la demande par rapport au prix est supérieure à 1.

La position du secteur dans le cycle de vie du produit joue de ce point de vue un rôle important. Ces observations suggèrent que différents types de situations peuvent se présenter, caractérisés par des relations innova-

tion-croissance-emploi différentes. Ces études empiriques illustrent la diversité des différentes formes que prend l'innovation (Direction de la Prévision, note B5-97, 213, 1997). Cette diversité est bien illustrée par l'étude de Duguet et Greenan (1997), qui porte sur un échantillon d'environ 5 000 entreprises françaises du secteur de l'industrie. Cinq formes d'innovation sont distinguées : amélioration de produit, produit nouveau, imitation de produit, amélioration de procédé et procédé nouveau. Le dynamisme d'une entreprise dans chacune de ces formes d'innovation est mis en relation avec l'évolution de la structure des coûts entre les facteurs : capital, main-d'œuvre de conception, main-d'œuvre d'exécution. Il ressort que la manière d'innover autant que le fait même d'innover détermine les conséquences que l'on peut attendre d'une avancée technique en termes d'emploi (tableau 7).

### 7. Effets de l'innovation sur la part des facteurs dans les coûts de l'entreprise

Estimation sur 5 000 entreprises du secteur de l'industrie sur la période 1986-1991

Facteurs	Capital	Main-d'œuvre de conception	Main-d'œuvre d'exécution
Amélioration de produit	-	0	+
Imitation de produit	-	0	+
Nouveau produit	+	0	-
Amélioration de procédé	-	+	+
Nouveau procédé	+	-	0
Toutes innovations	0	+	-

Source : Duguet et Greenan, 1997.

Les résultats sont parfois contraires à l'intuition. Aucune propriété synthétique ne semble émerger, si ce n'est que la main-d'œuvre d'exécution est plutôt défavorisée au profit de la main-d'œuvre de conception. La décomposition de la main-d'œuvre en travaux de conception et travaux d'exécution s'inscrit dans une des problématiques les plus débattues quant à l'effet des nouvelles technologies sur le marché du travail : celle d'un progrès technologique biaisé, qui serait favorable au travail qualifié et défavorable au travail non qualifié.

#### *Au niveau de la firme, un lien entre innovation, croissance et productivité*

Par nature l'innovation intervient au niveau des firmes puisque c'est un argument dans la concurrence au même titre que le prix et la qualité. Les

résultats des études économétriques sur données de panel confirment l'influence des dépenses de recherche et développement sur la croissance de la productivité globale des facteurs (tableau 8 : Mairesse, et Sassenou, 1991).

Pour les études en coupe sur données individuelles, l'élasticité correspondante du stock de connaissances est comprise entre 0,1 et 0,3 selon les secteurs et les économies considérées, l'élasticité étant plus élevée pour les secteurs dits à haute technologie. Les analyses en série chronologique portant sur des ensembles analogues livrent des estimations beaucoup plus faibles, comprises par exemple entre 0,02 et 0,05 pour la France, sans doute parce que les effets à court terme sont bien inférieurs à ceux que l'on observe à moyen-long terme.

### 8. L'impact de la R&D sur la productivité globale : données de panel

Auteurs	Échantillon	Élasticité de la R&D
En coupe		
Minassian (1969)	17 firmes chimiques	0,26
Griliches (1980)	883 firmes américaines	0,07
Schankerman (1983)	110 firmes chimiques et pétrolières	0,16
Griliches-Mairesse (1984)	77 firmes américaines	0,18
Cunéo-Mairesse (1984)	98 firmes françaises	0,21
Mairesse-Cunéo (1985)	296 firmes françaises	0,16
Griliches (1986)	491 firmes américaines	0,11
Jaffe (1986)	432 firmes américaines	0,20
Sassenou (1988)	112 firmes japonaises	0,16
En séries chronologiques		
Minassian (1969)	17 firmes chimiques	0,08
Griliches (1980)	883 firmes américaines	0,08
Griliches-Mairesse (1984)	343 firmes américaines et 185 françaises	0,02
Griliches-Mairesse (1984)	133 firmes américaines	0,09
Cunéo-Mairesse (1984)	182 firmes françaises	0,05
Mairesse-Cunéo (1985)	390 firmes françaises	0,02
Griliches (1986)	652 firmes américaines	0,12
Jaffe (1986)	432 firmes américaines	0,10
Sassenou (1988)	394 firmes japonaises	0,04

*Note* : Plusieurs travaux montrent que la dépense de R&D est une variable explicative (statistiquement significative) de la croissance de la productivité globale. L'élasticité est le coefficient de la relation. Les études montrent que 1 % de dépenses de R&D en plus sont associées à 0,1 à 0,2 % de plus de productivité globale.

*Source* : Mairesse et Sassenou, 1991.

Plusieurs auteurs ont étudié de façon empirique à l'aide de données d'entreprises si les entreprises manufacturières qui innovent obtiennent de meilleurs résultats dans le domaine de l'emploi que celles qui n'innovent pas. Des exemples pris aux États-Unis montrent qu'au cours de la période 1977-1987, sur un échantillon de 130 000 entreprises manufacturières, la productivité et l'emploi ont progressé dans un quart d'entre elles. Ce sont précisément ces entreprises qui ont contribué le plus à la croissance totale de l'emploi. D'autres études portent sur le Canada, l'Italie, etc. Au total, les résultats empiriques montrent pratiquement toujours que la corrélation innovation-productivité-emploi est positive au niveau des firmes.

### *L'emploi est mieux assuré dans les firmes innovantes*

Ces résultats se retrouvent pour la France lorsque l'on procède à des analyses sur des données individuelles de firmes (François, 1988) (tableau 9). Les entreprises innovantes enregistrent une croissance plus rapide de leur chiffre d'affaires de l'ordre de 1,5 %. L'effet est d'autant plus marqué que l'innovation est poursuivie avec persévérance : celles des entreprises qui ont répondu avoir innové aussi bien dans l'enquête de 1990 que celle de 1997 enregistrent des gains de chiffre d'affaires de l'ordre de 2,3 %. Comme une partie de l'innovation vise à l'obtention de gains de productivité, il n'est pas surprenant que les gains en matière d'emploi soient plus modérés. Il faut se souvenir aussi que la conjoncture défavorable des années quatre-vingt-dix à quatre-vingt-quinze contracte l'ensemble de l'emploi industriel. Néanmoins, une politique dynamique d'innovation permet d'obtenir un emploi supérieur d'environ 1,2 %.

Des résultats analogues ont été obtenus dans d'autres études. Bien que les méthodes et les techniques soient différentes (DESE, 1998), seuls les ordres de grandeur des résultats diffèrent. On peut donc considérer que le cercle vertueux attribué à l'innovation se manifeste en France... sans pour autant pouvoir pleinement contrebalancer les effets négatifs d'une conjoncture économique marquée par une faible croissance.

### *De meilleures performances à l'exportation*

Pour la France, une enquête sur l'innovation dans les petites entreprises montre que si le taux d'exportation ne semble pas lié au fait que l'entreprise soit plus ou moins innovante, l'innovation est un facteur d'entrée dans l'exportation. Plus le niveau d'intensité d'innovation est élevé, plus la population d'entreprises exportatrices augmente. Les observations de l'ANVAR font aussi apparaître une relation positive entre le fait d'avoir des projets innovants et les performances de l'entreprise. Les entreprises innovantes sont plus souvent exportatrices, elles ont une croissance plus

**9. L'impact positif sur la croissance et l'emploi  
est d'autant plus net que l'innovation est menée de façon continue :  
le niveau des entreprises**

PMI pérennes pures*	CAHT			Effectifs		
	Taux de croissance annuel moyen			Taux de croissance annuel moyen		
PMI en 1990	90/95	90/93 en %	93/95	90/95	90/93 en %	93/95
<b>INNOV 90</b>						
Innovantes produits ou procédés	2,69	0,02	6,83	-0,57	-1,30	0,55
Innovantes produits	2,78	0,18	6,81	-0,60	-1,30	0,46
Innovantes procédés	2,62	-0,04	6,73	-0,52	-1,27	0,62
Innovantes produits pour le marché	3,18	1,08	6,43	-0,35	-0,91	0,51
Non innovantes	1,55	-0,86	5,27	-1,18	-1,68	-0,43
<b>INNOV 93</b>						
Innovantes produits ou procédés	3,36	1,09	6,85	-0,36	-0,69	0,13
Innovantes produits	3,30	1,00	6,86	-0,39	-0,60	-0,08
Innovantes procédés	3,75	1,41	7,37	-0,15	-0,64	0,59
Non innovantes	2,03	-0,77	6,38	-1,20	-1,76	-0,36
<b>INNOV 97</b>						
Innovantes produits ou procédés	4,87	2,29	8,86	0,53	0,13	1,12
Innovantes produits	5,02	2,44	9,00	0,54	0,19	1,06
Innovantes procédés	5,55	2,84	9,75	1,01	0,50	1,78
Innovantes produits pour le marché	5,39	3,34	8,54	0,77	0,39	1,34
Non innovantes	2,48	0,10	6,17	-0,59	-1,13	0,23
<b>INNOV 90 et INNOV 93</b>						
Innovantes produits ou procédés	3,70	1,40	7,23	-0,17	-0,37	0,13
Non innovantes	1,57	-0,38	4,57	-1,39	-1,52	-1,18
<b>INNOV 90 et INNOV 97</b>						
Innovantes produits ou procédés	4,40	1,71	8,58	0,36	-0,00	0,91
Non innovantes	1,94	-0,83	6,24	-0,81	-1,18	-0,25

\* PMI pérennes pures : sans modification de structure sur la période.

Source : J.P. François (1998) : « Innovation, croissance et emploi des entreprises industrielles », SSI, 31 mars.

élevée et elles investissent davantage que les autres entreprises. Leur plus forte croissance entraîne souvent un besoin en fonds de roulement et un endettement plus élevé mais « contrairement à un préjugé fréquent, la conjugaison croissance-innovation-endettement n'est pas forcément un

pari risqué ». La pérennité des petites entreprises innovantes (aidées par l'ANVAR) apparaît mieux assurée que celle des autres entreprises. Leur taux de survie à dix ans est de 80 % alors qu'il est de 65 % pour l'ensemble des petites entreprises industrielles.

Enfin une étude conduite par Corinne Barlet et Emmanuel Duguet, démontre une forte corrélation entre l'effort de recherche et la réussite à l'exportation. Les entreprises qui ont un budget de recherche ont des ventes à l'exportation supérieures, ainsi que des taux d'exportation (part des ventes à l'exportation dans le chiffre d'affaires) plus élevés que ceux des entreprises qui ne mènent pas de recherche. Les tests économétriques établissent que ces meilleures performances à l'exportation ne sont pas dues à leur appartenance sectorielle ou à leur taille. À taille et secteur semblables, une entreprise qui fait de la recherche est plus exportatrice.

Une étude d'Édouard Mathieu montre que la corrélation positive peut être étendue au-delà de la recherche, de façon plus générale à l'innovation, y compris dans les petites entreprises industrielles. On compte deux tiers de firmes exportatrices parmi les petites entreprises dont les produits nouveaux représentent plus de 30 % des ventes en 1990, contre un tiers seulement parmi celles qui n'ont pas introduit de produits nouveaux depuis cinq ans. Les produits nouveaux sont d'ailleurs souvent conçus en fonction d'une demande du marché mondial. Pour neuf entreprises très exportatrices sur dix, la part des produits nouveaux est au moins aussi importante dans les exportations que sur le marché français.

Pour l'innovation comme pour la recherche, il est difficile de démêler statistiquement s'il s'agit d'une cause de la meilleure réussite à l'exportation, ou s'il s'agit d'une conséquence de la plus forte présence sur le marché mondial. Les raisons économiques d'une relation dans le sens innovation vers exportation sont claires. Une meilleure capacité d'innovation permet de mieux répondre à la demande de chacun des marchés géographiques. Elle est aussi cohérente avec une plus grande initiative pour les pénétrer. Mais la relation inverse est aussi vraie. Une présence sur des marchés diversifiés donne accès à une information plus riche. Or le marché, des clients mais aussi des fournisseurs et des concurrents est la première source de l'innovation industrielle. Il est donc un peu vain de rechercher quelle est la cause et quel est l'effet, ou encore par quel côté l'entreprise entre dans le cercle vertueux du dynamisme et de la réussite.

Mais il est essentiel, notamment pour l'orientation d'une politique de l'innovation, de prendre en compte cette réalité industrielle profonde. Ces entreprises qui innovent sont aussi celles qui font de la recherche, qui sont compétitives, qui sont présentes sur le marché, qui adaptent leur organisation et avancent sur le plan social. Il y a plusieurs entrées dans le cercle vertueux de l'innovation. Le tout est d'y entrer.

## Les secteurs à haute R&D ont une croissance plus rapide

Observe-t-on les mêmes résultats au niveau sectoriel ? Très généralement la réponse est positive concernant la croissance, moins assurée à propos de l'emploi.

### *Les enseignements convergents de deux études pour la France*

Lorsque par exemple, on rapproche des données de l'enquête innovation avec la croissance du chiffre d'affaires et des effectifs par secteur, la corrélation est toujours significative entre la croissance du chiffre d'affaires et divers indicateurs d'innovation (de produit ou de procédé ou de l'ensemble), d'informatisation, d'automatisation, bref autant d'indicateurs de modernisation (tableau 10). En revanche, la relation avec l'emploi est plus incertaine, ce qui peut s'expliquer par le fait que l'innovation permet en général d'améliorer la productivité sans nécessairement faire appel à de nouvelles embauches.

Des résultats sensiblement équivalents sont obtenus si l'on considère l'intensité des dépenses de RD et l'évolution de la valeur ajoutée et de l'emploi des secteurs manufacturiers de l'économie française sur l'ensemble de la période 1980-1995 (DESE, 1998b). L'intérêt est alors d'opposer les secteurs à haute technologie et les autres (figure 11). Il en ressort que seuls certains secteurs à très forte intensité technologique, tels que l'indus-

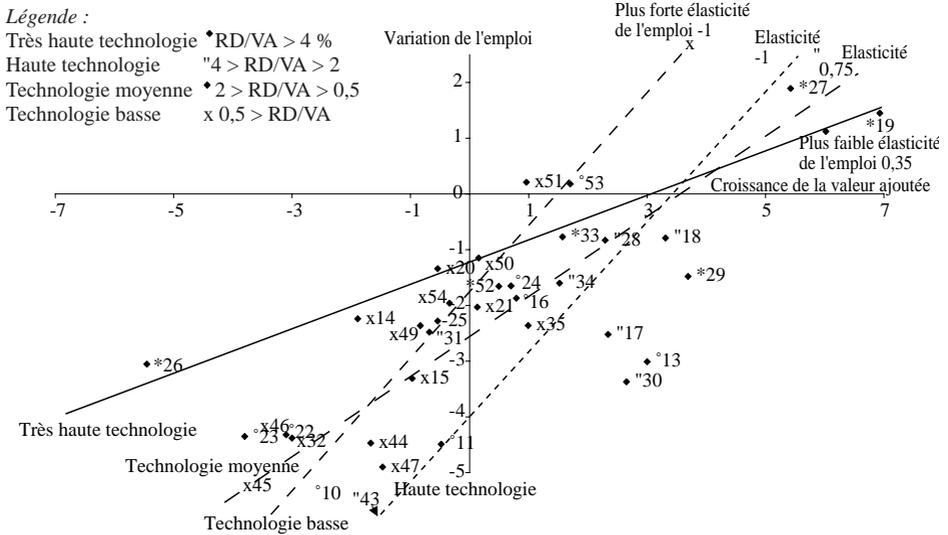
### 10. Modernisation et croissance vont de pair : le niveau sectoriel

Taux de corrélation (significatifs au seuil de 5 %)	Taux de croissance annuel moyen 1991-1996	
	Chiffre d'affaires	Effectifs
Part des entreprises innovantes...		
... en produits	0,40	n.s.
... en procédés	0,38	n.s.
... en produits ou en procédés	0,41	0,29
Part du chiffre d'affaires réalisé en...		
... produits technologiquement innovants pour l'entreprise	0,42	0,29
<i>dont produits technologiquement nouveaux pour l'entreprise</i>	0,32	n.s.
... produits technologiquement innovants pour le marché	0,46	0,33
Taux de pénétration des technologies...		
... l'informatisation	0,44	0,29
<i>dont la communication</i>	0,7	n.s.
... de l'automatisation	0,35	0,36
... de la productique	0,44	0,35

Note : Ce taux est compris entre - 1 et + 1.

Source : Service des Statistiques Industrielles : FF/JPF/JJ, 26 mars 1998.

## 11. L'intensité de l'effort de R&D affecte la croissance des marchés comme l'élasticité de l'emploi à la production



Source : J.J. Nougroph. D'après le tableau 4, DESE (1998b), p. 7.

trie pharmaceutique, les machines de bureau, sont parvenus à développer simultanément la croissance et l'emploi : l'élasticité correspondante étant de l'ordre de 1/3. Par contre, à un autre extrême, les secteurs qui investissent très peu ou pas beaucoup en R&D manifestent simultanément une réduction de la valeur ajoutée et de l'emploi, selon une élasticité de l'ordre de 1.

Ainsi, les effets de l'innovation sont loin d'être identiques à travers les secteurs : n'émerge une synergie « innovation-croissance-emploi » que dans certains cas de concentration des efforts de R&D, la plupart des autres secteurs enregistrant une érosion de leurs ventes comme de l'emploi. En outre, la conjoncture générale peut affecter négativement même des secteurs à haute technologie, tels que la construction aéronautique, le matériel électrique professionnel, ou encore l'industrie de l'armement.

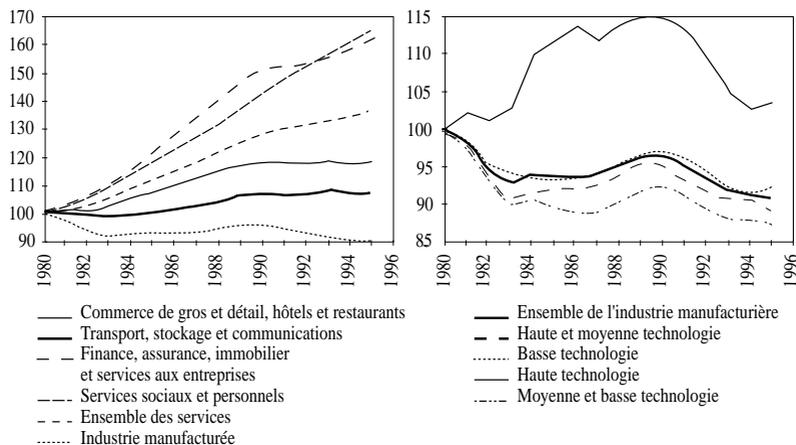
### *Les enseignements d'une comparaison internationale : une confirmation*

Le rapprochement de l'évolution pour chaque pays du G7 de l'emploi au cours de la période 1973-1993, en distinguant les branches de haute technologie, de moyenne technologie et de faible technologie, montre que,

dans chaque pays, l'évolution de l'emploi dans les industries de haute technologie est plus dynamique que la moyenne pour l'ensemble de l'industrie manufacturière (figures 12 et 13).

## 12. L'emploi par secteurs dans l'OCDE

Le dynamisme de l'emploi se manifeste surtout dans les services mais il s'explique aussi par l'innovation technologique

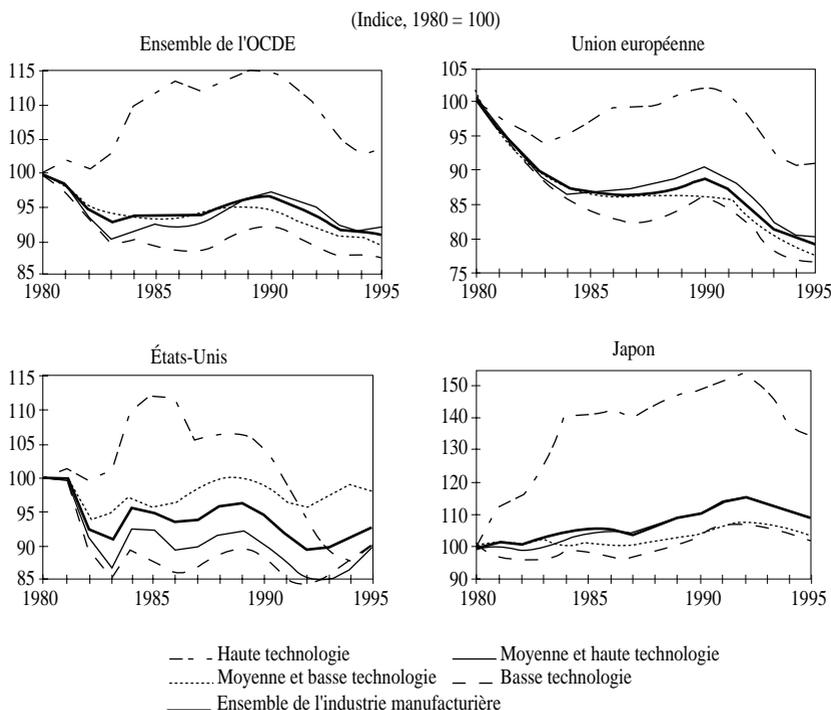


Source : OCDE (1998) : « Technology, Productivity and Job Creation », p. 38.

Dans une autre étude récente, Pianta et d'autres auteurs ont examiné les effets de l'évolution technologique et du changement structurel sur l'emploi dans les industries manufacturières des six plus grands pays de l'OCDE. Les auteurs distinguent les secteurs de croissance où l'emploi et la valeur ajoutée se sont accrus (matières plastiques, imprimerie, informatique, aviation, produits pharmaceutiques, appareils électriques, alimentation, véhicules à moteur, industrie chimique), les secteurs en déclin où l'emploi et la production reculent (cuir, chaussures, sidérurgie, raffinage du pétrole, tabac), enfin les secteurs en restructuration, où la production augmente et où l'emploi diminue (communications, papier, ameublement, caoutchouc, instruments, produits en métaux, métaux ferreux, minerais non métalliques, construction navale).

Il apparaît que les secteurs de croissance sont ceux où l'intensité de recherche et développement est la plus forte. Les secteurs où les taux d'investissement et d'innovation sont les plus élevés ont connu, dans les années quatre-vingt une croissance plus rapide de la production et de l'emploi. Autrement dit, la technologie a favorisé l'apparition de nouveaux domaines d'activité et de nouvelles possibilités d'emploi.

### 13. Même aux États-Unis, la création d'emploi dans les secteurs à haute technologie s'est considérablement ralentie dans les années quatre-vingt-dix



Source : Commission européenne (1997), « Second European Report on S&T Indicators 1997 », p. 33.

Une enquête conduite récemment de façon comparable en Allemagne, au Royaume-Uni et en Irlande permet de rapprocher pour plusieurs régions de ces pays la part des nouveaux produits (que l'on peut considérer comme un indicateur d'innovation de produit) dans le total du chiffre d'affaires et le taux de croissance du volume du chiffre d'affaires des établissements de ces régions. La comparaison fait apparaître une corrélation nettement positive entre innovation de produit et expansion régionale. Le cas de l'Allemagne est à la fois particulier et extrême, la partie Est renouvelant ses produits à un rythme exceptionnel, la partie Ouest faisant une pause d'innovation dans un contexte récessif.

D'autres chercheurs ont examiné les relations entre innovation et performances à l'exportation au niveau macroéconomique. Magnier et Toujas-Bernate (1993) étudient ainsi pour cinq grands pays industrialisés les liens entre innovation technologique et performances à l'exportation.

L'évolution des compétitivités-prix ne permet pas d'expliquer intégralement les mouvements de parts de marché des grands pays suggérant que d'autres facteurs sont en jeu, résumés par le concept de « compétitivité hors-prix ». Or le paramètre de compétitivité hors-prix semble statistiquement lié à la dynamique technologique. La capacité inégale des pays à adapter leurs produits au marché par l'innovation et la différenciation fonde pour beaucoup leur compétitivité hors-prix.

### *L'analyse macroéconomique : le paradoxe de la productivité*

Le sentiment assez, voire largement, répandu est que nous vivons une période d'intense changement technique, avec toujours plus d'investissements de recherche et l'arrivée d'une nouvelle génération de technologies dans les domaines de l'information. Dans la mesure où l'innovation technologique est un facteur décisif de la productivité, on devrait donc s'attendre à des gains de productivité de plus en plus rapides dans la période récente. Or les résultats sont de ce point de vue décevants. La croissance de la productivité s'est ralentie depuis le premier choc pétrolier dans les pays développés. Ce ralentissement de la croissance de la productivité dans une période de rapides avancées technologiques est connu des économistes sous le nom de « paradoxe de Solow », ou « paradoxe de la productivité ». Il est quelquefois présenté sous forme imagée en disant que l'on voit des ordinateurs partout sauf dans les statistiques nationales de la productivité. Comment expliquer cette observation ?

L'augmentation de la productivité globale est définie comme l'accroissement du produit intérieur qui n'est pas dû à l'accroissement des quantités de facteurs de production, nombre d'heures travaillées et volume de capital. Les statisticiens calculent ainsi une productivité totale des facteurs de production qui caractérise les gains de la performance productive pour l'ensemble de l'économie. On constate que les gains de productivité ont fléchi depuis une vingtaine d'années. Il y a donc, malgré le sentiment d'un changement toujours plus rapide, un ralentissement des gains de productivité dans l'ensemble des pays développés et non une accélération. Dans la zone des pays industrialisés, la productivité progressait avant 1973 à un taux annuel moyen de croissance proche de 3 %. Ce taux est revenu depuis autour de 1 % par an sans réaccélération, à l'exception du Royaume-Uni et à un moindre degré de l'Allemagne.

Bien qu'il soit troublant le paradoxe de la productivité est peut-être plus apparent que réel. Il est vrai que la part des produits à fort contenu technologique dans les échanges mondiaux augmente. Il est vrai aussi que des changements spectaculaires (de prix et de nature) ont touché les domaines de l'informatique et des techniques de communication. Mais on observe aussi que l'effort de recherche tend à plafonner, voire à régresser au cours

des dernières années dans la plupart des pays développés. Ce mouvement s'accompagne en outre d'une stagnation ou d'un recul du nombre de brevets dans plusieurs pays. Certains professionnels évoquent même l'idée d'un rendement décroissant de l'effort de recherche. Les interstices de progrès leur paraissent de plus en plus étroits, les brevets deviennent de plus en plus difficiles à obtenir. Ainsi par exemple, dans le domaine des polymères qui ont été l'énorme nouveauté de l'industrie chimique du vingtième siècle, on développe de plus en plus d'applications, mais il n'y a pas de nouvelles véritables percées. Les ingénieurs de Dupont n'ont jamais retrouvé une innovation aussi porteuse et fructueuse que le nylon.

Différentes explications au paradoxe de la productivité ont été proposées. Certains mettent en cause la mesure de la productivité. D'autres considèrent qu'une large partie des efforts d'innovation est désormais tournée vers la différenciation des produits, l'amélioration de la qualité ou la réduction des délais de production. Ces changements sont utiles pour l'entreprise mais ont moins de retombées sur l'ensemble de l'industrie (ce que les économistes appellent des « effets externes ») que les dépenses d'innovation technologique.

Il n'est pas non plus établi que le changement structurel ait tendance à s'accélérer. L'OCDE note ainsi : « l'impression qui a toujours dominé, bien que, aussi surprenant que cela puisse paraître, elle ne soit guère confirmée par les faits, est que l'évolution structurelle de l'économie mondiale suit un rythme rapide, qui tend même à s'accélérer ». Le rythme du changement ne se mesure pas facilement. L'OCDE a calculé un indicateur de « turbulences » apprécié par les déplacements intersectoriels d'emplois. Or, il n'apparaît pas que le déplacement des emplois d'un secteur à l'autre soit devenu de façon générale plus rapide qu'auparavant dans les pays industrialisés. La turbulence intra-industrielle apparaît en outre plus faible dans les pays européens qu'aux États-Unis et au Japon. L'observation n'est en revanche pas vraie pour la turbulence mesurée pour l'ensemble de l'économie. Ce résultat surprenant semble s'expliquer par une migration des emplois plus rapide de l'industrie vers d'autres secteurs dans les pays européens.

Pour la France, Joly (1993) a analysé ce ralentissement de la productivité. Parmi les causes évoquées, on peut imaginer l'achèvement du rattrapage technologique du pays le plus avancé (États-Unis) par les autres pays industriels, l'instabilité macroéconomique qui aurait réduit l'accumulation du capital, enfin le ralentissement du progrès technique. L'estimation d'une fonction de production pour cinq grands pays fait ressortir que le ralentissement de la productivité résulte aux États-Unis du ralentissement de l'accumulation de recherche et développement et dans les autres pays non seulement de ce facteur mais aussi d'un épuisement du rattrapage des États-Unis et d'une moindre accumulation du capital.

Le paradoxe de la productivité met en lumière certains aspects du développement économique actuel et le fait d'un tassement des gains de productivité depuis une vingtaine d'années. Il ne signifie pas pour autant que l'effort d'innovation n'est pas payant à un moment donné. Les études conduites à partir de données d'entreprises convergent pour montrer la corrélation positive entre innovation et performances, bien que l'innovation n'en soit pas l'unique déterminant. Pour l'industrie manufacturière, les secteurs à plus forte intensité de R&D enregistrent en général de meilleures performances, dans un contexte général de contraction de l'emploi total. Mais ce sont les services, tant aux entreprises que liés à la santé et aux services personnels qui assurent l'essentiel de la croissance de l'emploi. L'innovation est présente mais elle revêt une forme tout à fait particulière.

*La croissance à long terme : une contribution de l'innovation modérée et variable au cours du temps*

Un débat presque permanent porte sur la relation entre les gains de productivité (qui résultent des innovations de procédé) et l'emploi. Ce que montre l'observation longue du passé, c'est qu'il existe une relation positive entre croissance de l'emploi et croissance de la productivité pour la France comme pour les grands pays pris dans leur ensemble. Cette corrélation s'observe dans de nombreux pays sur une période longue avant 1973, mais plus nécessairement après cette date (Boyer et Ralle, 1986).

Une première constatation relativise l'impact de l'innovation sur la croissance. En effet, les méthodes d'analyse comptables des composantes de la croissance font apparaître la contribution du changement technique comme relativement marginale par rapport à la contribution du volume de capital (Jorgenson, 1995) (tableau 11).

**11. La contribution de la productivité globale des facteurs à la croissance**

1973-1992	Productivité du travail	Productivité du capital	Productivité totale des facteurs
Allemagne	2,69	- 1,04	1,54
France	2,73	- 1,96	0,73
Royaume-Uni	2,18	- 1,67	0,69
États-Unis	1,11	- 0,72	0,18
Japon	3,13	- 2,85	1,04

Source : OCDE, Madison, dans Commission Européenne (1997) : « La compétitivité de l'industrie européenne ».

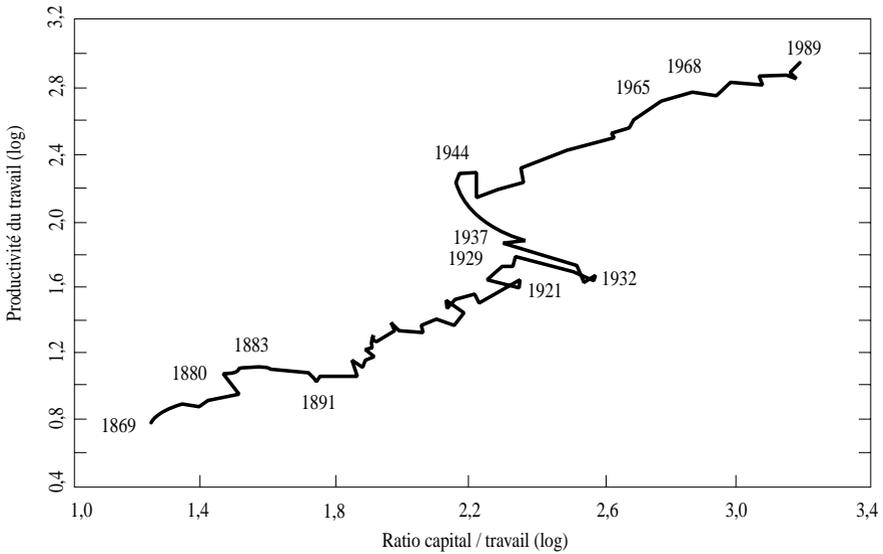
Une autre objection à la théorie de la croissance endogène mérite d'être mentionnée. L'hypothèse centrale selon laquelle soit le capital, soit le stock de connaissances, jouit de rendements constants s'avère extrêmement particulière, et en définitive hautement improbable (Amable, Boyer et Lordon, 1995). En effet, au sein d'un paradigme technologique donné, il se peut que les rendements soient d'abord croissants dans la phase de montée en régime mais qu'ils soient ensuite décroissants dans la phase de maturité. Cette constatation est largement vérifiée en matière de rendements de la recherche et développement au sein d'une branche donnée.

L'expérience de la croissance américaine en longue période semble confirmer cette hypothèse lorsque l'on confronte par exemple l'évolution de la productivité du travail et du capital par tête : à partir de la fin des années soixante, le rendement du capital subit une réduction considérable, de même que les rendements d'échelle globaux liés à l'extension du marché (figure 14, Boyer et Juillard, 1991). Il en est de même lorsque l'on constate qu'après la Seconde guerre mondiale la croissance du nombre de scientifiques et d'ingénieurs engagés dans la recherche et développement n'a pas impliqué un mouvement équivalent de la productivité globale des facteurs (Jones, 1995, cité par Aghion et Howitt, 1998). Au-delà de cette appréciation purement qualitative, les rares tests économétriques explicites de modèles de croissance endogène pour les États-Unis ne font pas apparaître avec clarté l'influence des avancées scientifiques et technologiques sur la croissance (Amable et Juillard, 1995).

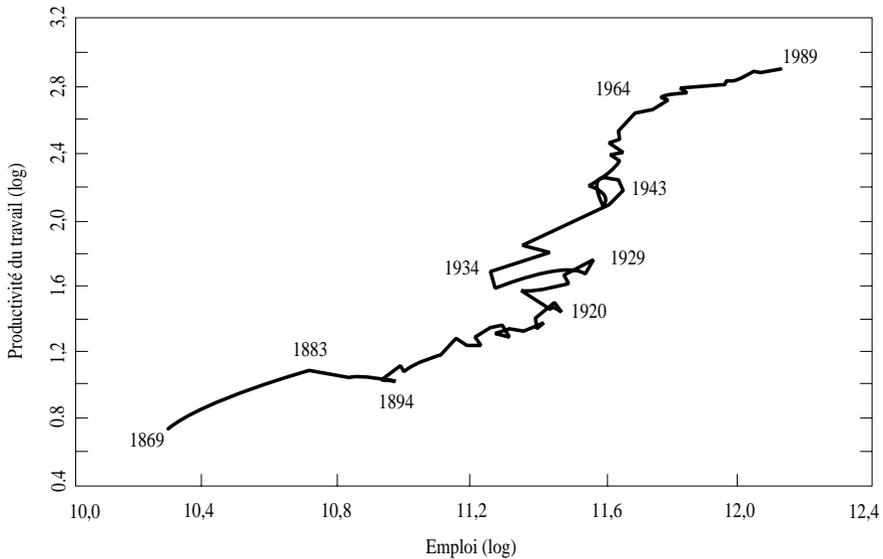
Par ailleurs, lorsqu'on s'interroge sur les raisons de la divergence des taux de croissance entre pays et du rôle de l'innovation dans cette divergence, il ressort que l'adjonction d'une variable de capital humain au modèle traditionnel de Solow peut s'avérer suffisante pour expliquer une large partie des trajectoires observées (Mankiw, 1995 ; Cohen, 1995). En particulier, lorsque les pays sont trop pauvres pour investir dans l'éducation, ils peuvent ne jamais converger vers les niveaux de productivité mondiaux, ce qui constitue une explication alternative à celle des modèles de croissance endogène. Plus généralement, au fur et à mesure qu'on étend l'ensemble des variables explicatives, en prenant en compte un large spectre de variables économiques, on parvient à expliquer une fraction relativement importante des disparités croissantes, par enrichissement progressif du modèle de base de Solow (Barro et Sala-i-Martin, 1995). L'innovation est loin de ressortir comme une variable centrale (Sala-i-Martin, 1997).

## 14. Les rendements suivent une logistique plus qu'une fonction linéaire : l'exemple des États-Unis : 1869-1989

a. Productivité en capital par tête



b. Productivité et taille de l'emploi



Source : Boyer et Juillard (1991), pp. 11-12.

### *Les hypothèses de la croissance endogène : paradoxales et simplificatrices*

Il peut sembler paradoxal que les théories du progrès technique endogène soient apparues au moment même où les estimations économétriques (Boyer et Petit, 1991) comme les études plus qualitatives traitant de l'organisation et de la stratégie des firmes font ressortir, d'une part, la quasi-disparition des rendements d'échelle qui étaient au cœur de la croissance fordiste (tableau 12), d'autre part, le déplacement de la compétition du prix de produits standardisés vers la différenciation, la qualité, le service, l'innovation (Boyer et Durand, 1993).

La quasi-stagnation de la productivité globale des facteurs aux États-Unis pourrait traduire surtout l'épuisement précoce du modèle de la production de masse typique, puis les difficultés d'émergence de méthodes de production alternatives, dont on ne percevrait l'impact qu'à partir de la seconde moitié des années quatre-vingt-dix (tableau 13). Certains historiens-économistes ont ainsi établi un parallèle entre la révolution liée à la diffusion de l'électricité et celle qui résulte de la généralisation des télécommunications et de l'ordinateur. En dépit de percées innovatrices, l'inadéquation de l'organisation interne des firmes, du système éducatif, des infrastructures publiques, freinent pendant une ou deux décennies la matérialisation des gains attendus de cette innovation (David, 1990).

On l'a souligné, les différentes formes d'innovation sont loin d'avoir le même impact sur la croissance et l'emploi. Or on commence à peine à disposer d'indicateurs indépendants d'innovation de produits, de procédés et d'organisation (SESSI, 1995 et Greenan, 1996). Il ressort par exemple que l'innovation technologique, contrairement à l'innovation organisationnelle, réduit la destruction des postes de travail. S'il est clair que les entreprises qui introduisent des techniques de production avancées bénéficient d'un avantage compétitif, il ressort aussi que ces changements favorisent la croissance de l'emploi (tableau 14).

Par ailleurs, rares sont les tests du modèle néo-schumpétérien qui insiste sur le renouvellement des produits, des compétences et des firmes, sous l'effet de l'innovation. Si le modèle théorique établit que la croissance devrait dépendre positivement du flux de brevets, du flux d'entrée des nouvelles firmes, du nombre de nouveaux produits, du taux de disparition des firmes, du taux de rotation des salariés et de la rapidité de l'obsolescence du capital, les auteurs eux-mêmes reconnaissent l'absence de tests empiriques dignes de ce nom (Aghion et Howitt, 1998, p. 434). On ne dispose pour l'instant que de tests indirects associant le taux d'arrivée des innovations (impact positif) et la part de marché et le degré de concentration (impact négatif), le degré de compétition semblant positivement corrélé avec la croissance de la

**12. De l'érosion des rendements d'échelle « fordistes »  
à l'émergence du rôle de la R&D,  
coupe internationale pour les pays de l'OCDE**

Estimation d'un modèle de croissance cumulative  
sur 12 pays de l'OCDE et 3 périodes

a. 1960-1973 : Un modèle de rendements croissants typiques					
(1) pr	=	-0,32	+ 0,69 qd	+ 0,06 rd	
		(-0,3)	(3,0)	(0,7)	
(2) i	=	5,03	+ 1,37 qd	+ 2,07 ps	- 1,36 r + 4,62 IRL
		(1,6)	(4,4)	(2,2)	(2,1) (3,1)
(3) c	=	0,46	+ (rw + el)		
		(2,0)			
(4) rw	=	0,31	+ 1,02 pr	- 2,17 GRE	
		(0,7)	(9,4)	(3,9)	
(5) ps	=	1,73	(qd - rw - el)		
		(2,4)			
(6) qd	=	0,85	c + 0,15 i		
(7) el	=	qd - pr			
b. 1973-1979 : La rupture					
pr	=	0,21	+ 0,40 qd	+ 0,15 rd	
		(0,4)	(2,0)	(4,2)	
i	=	0,58	- 0,08 r	+ 5,39 IRL	
		(1,7)	(-0,6)	(4,6)	
c	=	-0,12	+ (rw + el)		
		(-0,5)			
rw	=	0,56	+ 0,76 Pr	+ 1,66 GRE	
		(1,7)	(4,7)	(3,5)	
ps	=	2,78	(qd - rw - el)		
qd	=	0,85	c + 0,15 i		
el	=	qd - pr			
c. Les années quatre-vingt : pas de successeur clair au modèle des années soixante					
pr	=	0,82	+ 0,26 rd		
		(1,8)	(1,8)		
i	=	-3,86	+ 2,56 qd	+ 1,10 ps	- 0,17 rd - 2,80 IRL
		(-2,5)	(3,7)	(2,6)	(-0,9) (-2,1)
c	=	0,49	(sr + el)@	- 2,00 IRL	
		(2,1)		(-2,6)	
rw	=	2,12	+ 1,73 pr	+ 0,32 el	+ 3,11 GRE
		(-3,9)	(5,8)	(1,4)	(4,6)
pro/qd	=	0,99	(qd - rw - el)		
		(2,6)			
qd	=	0,85	c + 0,15 i		
el	=	qd - pr			

Notes : *pr, qd, el* sont les taux de croissance respectifs de la productivité, de la production et de l'emploi.  
*rd, rw, ps, i* et *c* représentent les taux de croissance des dépenses de R&D, du salaire réel, la part des profits, l'investissement et la consommation.

Source : OCDE (1991), p. 59.

### 13. La rupture des relations de productivité aux États-Unis après 1967

#### a. Le résultat des estimations

Modèle I	1890-1920	1921-1933	1934-1964	1965-1987
Constante	- 6,295	- 6,295	- 21,424	- 1,122
Heures de travail	0,639 (0,026)	0,639 (0,026)	1,918 (0,063)	0,277 (0,050)
Rapport capital-travail	0,217 (0,044)	0,286 (0,036)	0,639 (0,050)	0,248 (0,049)
$R^2$	0,9966			
DW	1,476			

Modèle II	1890-1920	1921-1933	1934-1964	1965-1987
Constante	- 0,164	- 0,164	- 13,788	- 1,911
Heures de travail			1,05 (0,100)	0,246 (0,070)
Rapport capital-travail		0,179 (0,039)	0,719 (0,052)	0,285 (0,059)
Frêt ferroviaire	0,227 (0,023)	0,190 (0,024)	0,190 (0,024)	
Copyrights	0,078 (0,038)	0,078 (0,038)	0,078 (0,038)	0,078 (0,038)
Demande de brevets			0,103 (0,036)	
Investissement public brut			0,123 (0,036)	0,123 (0,036)
Taux de faillites	- 0,037 (0,011)	- 0,037 (0,011)	- 0,037 (0,011)	- 0,037 (0,011)
$R^2$	0,9976			
DW	1,535			

#### b. L'explication de la rupture de 1967

Contribution au ralentissement de la productivité de chaque variable	
	Changement du taux de croissance entre 1934-1964 et 1965-1987
Productivité du travail	
Observée	- 2,12
Prévue	- 2,21
	$b_{65-87}(x_{65-87} - x_{34-64})$
	$(b_{65-87} - b_{34-64})x_{34-64}$
Heures de travail	0,23
Rapport capital-travail	0,84
Frêt ferroviaire	- 0,29
Copyrights	0,06
Demande de brevets	0,28
Investissement public brut	- 0,50
Taux de faillites	- 0,12
Total	0,50
	- 2,71

Source : R. Boyer et Juillard (1992), pp. 25 et 31.

productivité pour l'Angleterre (Nickell, 1996). Or ce ne sont que des évidences très indirectes de la validité du modèle de destruction créatrice.

Enfin, on ne dispose pas encore de tests systématiques de l'influence relative des diverses sources d'externalité, alors qu'elles sont extrêmement diverses et ont des implications très contrastées quant aux mesures de politique économique susceptibles d'encourager l'innovation. Un certain accord se dégage cependant pour faire apparaître le rôle de l'éducation, même s'il convient de distinguer entre enseignement primaire, secondaire et universitaire dont l'impact varie selon le niveau de développement du pays. Quant aux dépenses publiques, les estimations tendent plutôt à confirmer un impact positif comme le suggérait le tout premier travail empirique (Aschauer, 1989), et ce que reconnaissent des chercheurs dont

#### 14. Le changement technique a des effets favorables sur le taux de croissance de l'emploi (\*)

Taux de croissance

	Emploi		Production		Productivité du travail		Productivité totale des facteurs (1)		Productivité totale des facteurs (2)	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
ORGA1	-0,02 (0,02)	-0,01 (0,02)	-0,01 (0,03)	-0,01 (0,03)	0,00 (0,02)	0,00 (0,03)	0,00 (0,02)	0,01 (0,02)	-0,01 (0,02)	0,00 (0,02)
ORGA2	<b>0,06</b> <b>(0,03)</b>	0,06 (0,03)	-0,03 (0,04)	-0,03 (0,04)	<b>-0,08</b> <b>(0,03)</b>	-0,09 (0,03)	-0,08 (0,03)	-0,09 (0,04)	-0,05 (0,02)	-0,05 (0,02)
ORGA3	-0,01 (0,03)	-0,01 (0,03)	0,01 (0,03)	0,01 (0,03)	0,02 (0,02)	0,02 (0,02)	0,02 (0,02)	0,02 (0,02)	0,00 (0,02)	0,00 (0,02)
ORGA4	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>
TECH1	<b>0,05</b> <b>(0,03)</b>	0,06 (0,03)	0,07 (0,03)	0,09 (0,04)	0,02 (0,02)	0,03 (0,03)	0,02 (0,02)	0,03 (0,03)	0,02 (0,02)	0,03 (0,02)
TECH2	<b>0,06</b> <b>(0,03)</b>	0,06 (0,03)	0,05 (0,04)	<b>0,07</b> <b>(0,04)</b>	-0,01 (0,03)	0,00 (0,03)	-0,01 (0,03)	0,01 (0,03)	-0,01 (0,03)	-0,00 (0,03)
TECH3	<b>0,06</b> <b>(0,03)</b>	0,07 (0,03)	0,07 (0,03)	0,08 (0,04)	0,01 (0,03)	0,01 (0,03)	0,01 (0,03)	0,02 (0,03)	0,02 (0,02)	0,02 (0,02)
TECH4	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>
R <sup>2</sup>	0,02	0,05	0,01	0,05	0,02	0,06	0,04	0,08	0,02	0,05

Notes : (1) Par rapport à la productivité du travail, on prend en compte le taux de croissance de l'intensité capitalistique.

(2) Par rapport au calcul précédent, on opère aussi un ajustement en fonction de l'évolution de la qualité de la main-d'œuvre.

Les chiffres entre parenthèses sont les écarts-type de l'erreur. Les coefficients en gras sont significatifs au seuil de 10 %.

(\*) On explique les taux de croissance des différents indicateurs par les indicatrices de technologie et de changement organisationnel (A), par ces mêmes indicatrices et des indicatrices de taille (4 tranches de taille) et de secteurs (13 secteurs) (B).

Source : Enquête *Changement organisationnel* (SESSI).

l'hypothèse théorique était pourtant opposée (Barro et Sala-i-Martin, 1995, pp. 424-435). C'est surtout le cas pour les dépenses publiques d'éducation, mais même l'investissement public global n'a pas moins d'influence que l'investissement privé. Ces résultats ne sont toutefois pas nécessairement robustes (Sala-i-Martin, 1997).

### **Un biais technologique défavorable aux travailleurs peu qualifiés ou une plus grande sélectivité des entreprises ?**

Selon la thèse classique du « progrès technologique biaisé » en défaveur du travail peu qualifié, l'évolution technologique et en particulier la diffusion de l'informatique auraient conduit à une augmentation de la demande de travail qualifié et à une baisse de la demande de travail non qualifié. Cette thèse semble confirmée par différentes observations mais elle doit être relativisée.

#### *Le débat américain : biais technologique ou globalisation*

Les tendances actuelles de progrès techniques s'accompagneraient plutôt par un élargissement de l'éventail des salaires aux États-Unis, plutôt par une montée du chômage des travailleurs peu qualifiés dans les pays d'Europe continentale. Cette différence majeure renvoie à des institutions économiques et un fonctionnement différent des marchés du travail.

Si la transformation des formes de la concurrence et des paradigmes productifs est largement commune à la plupart des pays de l'OCDE, elle induit des changements significativement différents quant au partage entre activité et chômage (DESE, 1998). Aux États-Unis, un éventuel biais technologique se traduit par la baisse du salaire relatif des non qualifiés, dans un contexte de relative pénurie des qualifiés, tout au moins dans certaines branches telles que la programmation et l'informatique. En France, au-delà même d'un éventuel désajustement du système éducatif par rapport aux besoins des firmes, l'offre de main-d'œuvre qualifiée est plus abondante de sorte que le salaire relatif des qualifiés aurait plutôt baissé. L'inégalité au sein des salariés se traduirait alors par la différenciation des taux de chômage et non pas tant par celle des salaires.

#### *La France : la demande s'est déplacée vers les secteurs à plus grande qualification*

Un certain nombre d'arguments et de constats empiriques viennent étayer cette thèse (Direction de la Prévision, B5, 1997). Certaines études quantitatives s'efforcent d'établir un lien entre informatisation et hausse de la productivité. On observe bien que les travailleurs informatisés sont plus productifs et mieux payés que les autres (de 15 à 20 % environ).

Gollac et Kramarz (1997) font toutefois observer que ce sont peut-être aussi les travailleurs les plus qualifiés qui sont « informatisés » les premiers.

Quoi qu'il en soit, le fait est que la demande de travailleurs qualifiés est la plus dynamique et on vérifie empiriquement dans chaque secteur l'existence d'une corrélation positive entre les indicateurs de changement technique et l'accroissement de la part de l'emploi qualifié (Cotis, Germain et Quinet, 1997).

Cependant, les diverses études statistiques et économétriques ne convergent pas pour diagnostiquer l'existence, en France, d'un biais technologique marqué en faveur des travailleurs qualifiés. Le changement technique aurait un impact sur la structure intrasectorielle de l'emploi aux États-Unis, sur la structure intersectorielle en France Goux et Maurin, 1997). Le changement technique ne serait pas non plus corrélé à la répartition de la masse salariale entre les salariés de différentes qualifications. Enfin, les modifications de la demande sectorielle se dirigeant vers les secteurs en moyenne plus riches en main-d'œuvre qualifiée expliqueraient la moitié de la contraction des emplois non qualifiés, les nouvelles technologies de production n'y contribuant que pour 15 %.

Une autre analyse économétrique tend à confirmer la complexité des relations entre changement technique, changement organisationnel et structure des qualifications (Greenan, 1996). Il ressort d'abord qu'il existe divers types de changements organisationnels et techniques qui n'ont pas le même effet sur la part des ouvriers non qualifiés (tableau 15). Certains accroissent le travail qualifié au détriment de l'emploi des cols blancs. Par ailleurs, lorsque l'on corrige les effets bruts des effets sectoriels et de taille, on constate souvent la disparition du biais technologique, ce qui confirme indirectement l'accent mis sur le glissement sectoriel de la demande. Par contre, les innovations technologiques tendent plutôt à réduire la part de l'emploi des ouvriers non qualifiés, mais les résultats sont à la limite de la significativité.

On mesure la complexité des relations entre, d'une part, les divers types d'innovation (technologique, organisationnelle, commerciale), d'autre part, la structure des qualifications, la croissance, la productivité et l'emploi. Il est dès lors peu fondé de parler d'un progrès technique en général, tant il diffère selon ses modalités, le secteur et très probablement le pays considéré. Ces résultats ne sont peut-être pas surprenants lorsqu'on note que les institutions du marché du travail sont bien différentes de part et d'autre de l'Atlantique, que l'effort de formation professionnelle est plus intense en France qu'aux États-Unis et que les formes d'innovation sont finalement assez différentes.

Ainsi, la diffusion des nouvelles technologies aurait bien à long terme un impact positif sur le volume de l'emploi, mais elle entraînerait aussi des

déplacements des demandes de travail entre niveau et types de compétences. L'hypothèse que la période contemporaine serait favorable au travail qualifié et défavorable au travail non qualifié ne peut être écartée. Les débats entre économistes portent plutôt sur les causalités à l'œuvre : des nouvelles technologies vers les institutions du marché du travail et l'organisation des firmes (Cohen, 1997), ou au contraire du marché du travail vers les choix technologiques (Boyer, 1997).

Cela ne signifie pas qu'il faille négliger l'éducation et la formation de la main-d'œuvre dans la mesure où les compétences ainsi formées sont plus essentielles encore dans le modèle interactif que dans le modèle linéaire des années soixante. Mais il faut aussi admettre que, dans certains cas, une conjoncture macroéconomique morose et l'abondance de diplômés peuvent inciter les firmes à recruter des plus qualifiés pour des tâches que remplissaient antérieurement les moins qualifiés.

### 15. Le changement organisationnel appelle en général plus de cadres et moins d'employés, mais le changement technique exerce des effets variés sur les qualifications (\*)

Taux de croissance de la part des ...

	Cadres		Professions intermédiaires		Employés		Ouvriers qualifiés		Ouvriers non qualifiés	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
ORGA1	<b>0,10</b> (0,03)	0,09 (0,04)	0,05 (0,03)	0,04 (0,03)	-0,10 (0,03)	<b>-0,08</b> (0,03)	-0,05 (0,04)	-0,05 (0,04)	0,02 (0,07)	0,11 (0,07)
ORGA2	-0,01 (0,04)	-0,00 (0,04)	-0,00 (0,04)	-0,00 (0,04)	-0,00 (0,04)	-0,01 (0,04)	-0,06 (0,05)	-0,06 (0,05)	-0,08 (0,09)	0,05 (0,09)
ORGA3	0,11 (0,04)	0,10 (0,04)	0,02 (0,04)	0,02 (0,04)	-0,06 (0,03)	<b>-0,06</b> (0,03)	-0,08 (0,04)	-0,08 (0,04)	0,01 (0,07)	0,03 (0,07)
ORGA4	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>
TECH1	0,02 (0,04)	-0,00 (0,04)	0,02 (0,04)	-0,00 (0,04)	0,01 (0,03)	0,06 (0,04)	0,02 (0,04)	0,03 (0,04)	-0,08 (0,07)	0,03 (0,08)
TECH2	-0,00 (0,04)	-0,01 (0,04)	0,02 (0,04)	0,01 (0,04)	-0,06 (0,04)	-0,04 (0,04)	0,03 (0,05)	0,04 (0,05)	-0,06 (0,09)	-0,02 (0,09)
TECH3	-0,02 (0,04)	-0,03 (0,04)	-0,02 (0,04)	-0,02 (0,04)	-0,02 (0,04)	0,01 (0,04)	-0,00 (0,04)	-0,00 (0,04)	-0,10 (0,08)	-0,05 (0,08)
TECH4	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>
R <sup>2</sup>	0,02	0,04	0,01	0,03	0,02	0,06	0,01	0,02	0,00	0,04

Note : (\*) Les chiffres entre parenthèses sont les écarts-types de l'erreur. Les coefficients en gras sont significatifs au seuil de 10 %.

On explique le taux de croissance des différents ratios par les indicatrices de technologie et de changement organisationnel (A), par ces mêmes indicatrices et des indicatrices de taille (4 tranches de taille) et de secteurs (13 secteurs) (B).

Sources : Enquête Changement organisationnel (SESSI) et N. Greenan (1996), *Économie et Statistique*, p. 41.

Transformation d'une idée en produit, l'innovation est plus qu'une idée. Elle n'est accomplie que si elle a été introduite sur le marché (innovation de produit) ou utilisée effectivement dans un procédé de production (innovation de procédé). Les innovations font donc intervenir toutes sortes d'activités scientifiques, technologiques, organisationnelles, financières et commerciales. Outre la recherche, d'autres activités ou facteurs sont souvent impliqués dans le processus d'innovation. Il s'agit notamment de l'outillage et de l'ingénierie industriels, des modifications des outils de production, des renforcements des contrôles de qualité, du changement des méthodes et des normes de fabrication ou d'utilisation de procédés. On peut aussi y ajouter les essais préliminaires au démarrage de la fabrication, la formation du personnel aux nouvelles techniques ou à l'utilisation des machines, des investissements de commercialisation et de lancement des produits nouveaux, l'acquisition des connaissances sous forme de brevets, de licences, de marques, etc.

C'est par rapport à cette mutation qu'il convient maintenant d'examiner les transformations du système d'innovation en France, ses conséquences sur la croissance et sur l'emploi avant de s'interroger sur les leviers d'une politique économique qui viserait plus activement la croissance durable par l'innovation.

## **Forces et faiblesses du système d'innovation français**

Cette partie propose une évaluation des performances françaises, en matière de recherche et d'innovation, afin de diagnostiquer les mérites et les principales lacunes du système d'innovation français.

### **Stabilisation de l'effort pour la recherche en France**

La dépense totale de recherche et développement s'est élevée en France à 179 milliards de francs en 1995, soit 2,4 % du produit intérieur brut.

La répartition de cette somme peut être étudiée du côté du financement ou du côté de la réalisation de la recherche. Les décompositions usuelles se placent ainsi soit du point de vue de l'origine du financement de la recherche, soit de la nature des organismes où elle se réalise effectivement. La différence des points de vue tient principalement à ce qu'une partie des fonds publics civils et militaires est destinée à des recherches réalisées dans des laboratoires d'entreprises (tableau 16).

Plaçons nous d'abord du point de vue du financement. En mettant à part le financement étranger (une dizaine de milliards de francs) les entre-

## 16. Montant et répartition de l'effort de recherche

	1959	1967	1979	1985	1991	1992	1993	1994	1995
DIRD <sup>(1)</sup> (en milliards de F)	3,1	12,2	44,0	106,3	164,0	168,3	173,7	175,6	179,4
En % du PIB	1,15	2,16	1,78	2,25	2,4	2,4	2,45	2,4	2,35
Part <sup>(2)</sup>									
- financée par l'État (%)	70	71	56	57	54	51	51	50	50
- exécutée par l'État (%)	55	49	40	41	39	37	38	38	38

Notes : (1) DIRD : Dépense intérieure de recherche et développement.

(2) La répartition s'applique à la DNRD, Dépense nationale de recherche et développement.

Source : Données MENRT-DGRT, traitement OST.

prises financent un peu moins de la moitié du total, soit 83 milliards de francs (chiffres de 1994). L'État au sens large finance le complément soit 87 milliards, dont 26 milliards au titre de l'effort militaire. Les principales finalités du financement public de la recherche (c'est-à-dire du montant de 87 milliards de francs) sont la défense nationale pour environ 32 %, la recherche fondamentale pour 30 % (dont 17 % pour l'appui aux politiques publiques et 16 % aux grands programmes technologiques civils).

Si on se place maintenant du point de vue de l'exécution de la dépense de recherche, le total est évidemment le même, mais la répartition est différente puisque certaines recherches réalisées dans les entreprises sont financées par des fonds publics. Les laboratoires d'entreprises réalisent près de 109 milliards de dépenses de recherche, les laboratoires académiques (CNRS et Universités) environ 28 milliards de francs et les laboratoires publics de recherche civile et militaire respectivement 26 et 13 milliards de francs.

La recherche française emploie environ 250 000 personnes dont 100 000 enseignants-chercheurs. Environ 56 % du personnel total se situent dans la recherche industrielle. Le nombre total d'étudiants en universités, IUT et grandes écoles est de 1 544 000 dont 173 000 en sciences médicales, 456 000 en sciences de la matière et de la vie et 914 000 en sciences humaines et sociales.

Une enquête du ministère de la Recherche permet aussi de connaître la taille des entreprises qui font de la recherche (2 700 entreprises environ). On observe que près de 60 % de la dépense de recherche est réalisée dans moins de 200 grandes entreprises. Les petites et moyennes entreprises industrielles de moins de 500 salariés représentent moins de 20 % du total. L'apparente précision de ces résultats d'enquête ne doit pas faire illusion car la notion « faire de la recherche » est floue. Il reste que les entreprises

moyennes et petites semblent globalement peu impliquées dans la recherche développement, bien que certaines d'entre elles y consacrent sans doute des budgets significatifs.

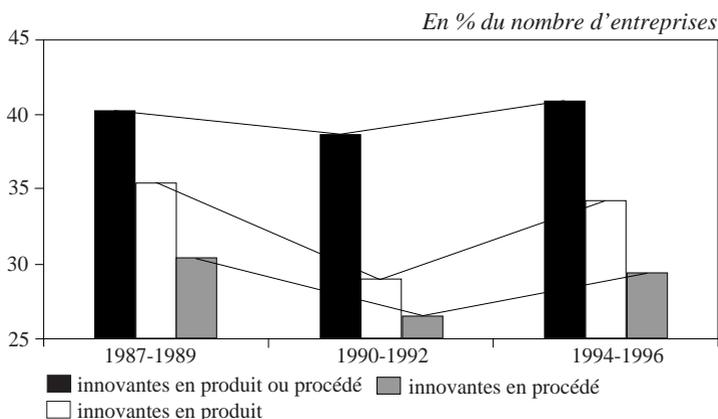
Le total de la dépense de recherche (DIRD) en francs constants a fortement augmenté dans les années soixante puis à nouveau dans les années quatre-vingt. Elle est à peu près stabilisée depuis le début des années quatre-vingt-dix. La part financée par l'État a régulièrement diminué. Elle semble se stabiliser dans les années récentes.

### *Redressement de l'innovation dans le tissu industriel français*

Dans l'industrie manufacturière, 41 % des entreprises de plus de 20 personnes ont innové (au sens de l'enquête « innovation » conduite par le ministère de l'Industrie) au cours de la période 1994-1996. Cette proportion était de 39 % au cours de la période 1990-1992 (figure 15). Il y a donc un léger redressement qui est lié à la reprise de la croissance après la récession de 1993.

L'enquête distingue les innovations de produit (changements substantiels du produit ou création d'un nouveau marché) et les innovations de procédé (mise en œuvre de nouvelles techniques). Globalement pour la période 1994-1996, la proportion d'entreprises innovantes est voisine pour les innovations de produit (35 %) et les innovations de procédé (30 %). Ces proportions sont en augmentation par rapport à leurs niveaux de la période antérieure (29 % pour les innovations de produit et 27 % pour les innovations de procédé). De façon générale, il apparaît qu'innovation de produit et innovation de procédé ne s'opposent pas, les entreprises innovantes innovent aussi bien dans leurs produits que dans leurs procédés.

### **15. L'innovation dans les entreprises de 1987 à 1997**



Source : SESSI.

Une approche complémentaire consiste à examiner la part des produits technologiquement innovants dans le chiffre d'affaires et dans les exportations des entreprises innovantes, en laissant donc de côté les entreprises qui ont déclaré ne pas avoir innové. Une proportion de moins de 3 % du nombre des entreprises innovantes indiquent que la part d'innovation dans leur chiffre d'affaires est supérieur à 70 %. Ces entreprises sont soit des petites, soit des grandes entreprises. À l'autre extrême 41 % des entreprises estiment que la part des produits technologiquement innovants dans leur chiffre d'affaires est compris entre 0 et 10 %. Ces entreprises sont plutôt des entreprises moyennes.

Les entreprises dont les exportations ont un fort contenu d'innovation (plus de 70 % du chiffre d'affaires) sont aussi soit des petites soit des grandes entreprises. En revanche, les entreprises dont les produits innovants représentent 0 à 10 % des exportations sont clairement des petites entreprises. Elles sont en effet 63 % parmi les entreprises de 20 à 49 personnes et 32 % parmi les entreprises de 2 000 personnes et plus, la proportion déclinant régulièrement avec la taille de l'entreprise.

Les secteurs qui comportent les plus fortes proportions d'entreprises innovantes sont la construction aéronautique et spatiale, la fabrication de machines-outils et plus généralement toutes les fabrications de moteurs et matériels mécaniques électriques et informatiques, et en dehors de ces secteurs, la chimie de base, la parachimie et pharmacie, l'industrie du caoutchouc et la fabrication de céramiques. À l'opposé, les secteurs pour lesquels la proportion d'entreprises innovantes est de moins d'un quart sont les industries extractives, l'habillement, le cuir et la chaussure, l'industrie du bois, la fabrication de verre et d'articles en verre, la fabrication d'éléments en métal pour la construction. On rappelle ici que l'enquête innovation laisse à l'écart les industries agroalimentaires, ce qui est regrettable pour l'analyse d'ensemble du secteur industriel.

Le processus d'innovation est en constant renouvellement dans les entreprises, puisque presque 35 % des entreprises conduisent en 1997 des projets qui n'ont pas encore connu la consécration du marché. Pour l'essentiel (près de 9 innovantes sur 10), elles ont déjà innové dans les trois années passées. Il s'agit pour elles de nourrir en permanence, un processus de création de nouveauté qui débouchera dans les années qui suivent. Pour une petite part (5 % des entreprises industrielles), ce sont des innovateurs nouveaux ou plus intermittents puisqu'ils n'ont réalisé aucune innovation dans les trois années qui précèdent. Ces firmes constituent la matrice de l'extension de l'innovation à l'ensemble du tissu industriel, objectif qui demeure éloigné. En effet, encore près de 55 % des entreprises industrielles françaises n'ont réalisé ou ne sont engagées dans aucune innovation en 1997 (SESSI, 1998).

On observe ainsi que la dynamique de l'innovation s'est essoufflée avec la récession, mais qu'elle s'est redressée avec la reprise économique à partir de 1994. La comparaison entre l'enquête de 1993 (qui portait sur les années 1990-1992) et l'enquête de 1991 fait apparaître un tassement de l'effort d'innovation au début des années quatre-vingt-dix. Sur la période 1987-1989, environ 96 % des entreprises de plus de 2 000 personnes déclaraient innover. Elles n'étaient plus que 90 % dans les trois années suivantes. Ceci suggère que la récession avait entraîné une baisse de la propension à innover. Ce recul touche aussi bien les innovations de produits que les innovations de procédés. Le rythme des innovations a rebondi au cours des années d'amélioration conjoncturelle de 1994 à 1996. Cette observation confirme l'importance de la demande comme paramètre de l'innovation, notamment de l'innovation de produit.

### *La position française est moins bonne en termes de brevets que pour la recherche et les publications*

Cette partie se propose d'évaluer la position de la France dans le monde en matière de recherche et d'innovation. L'innovation est un processus trop complexe pour être ramené à un seul indicateur. Il est possible de présenter plusieurs indicateurs sur la position de la France selon différents critères : position scientifique et technologique, performances sur les marchés mondiaux de technologie. On ne dispose pas en revanche de données sur les entreprises innovantes pour l'ensemble mondial, mais une comparaison plus détaillée peut être conduite pour quelques pays européens.

#### Les dépenses de recherche

Les dépenses de recherche françaises ont augmenté plus vite dans le passé que la moyenne mondiale. Les entreprises françaises réalisaient en 1992 des dépenses de recherche pour 6,9 % du total des pays développés (zone OCDE), soit 23,1 % de la recherche industrielle de l'Union européenne. Sur dix ans, ces positions se sont accrues de 0,3 point si l'on considère la part dans l'ensemble des pays développés et de 1,4 point pour la part dans la zone européenne. La France améliore plus nettement sa position en Europe que dans le monde car la position de l'Europe tend à régresser dans le monde.

Les deux pôles industriels en situations extrêmes du point de vue de la recherche sont, d'une part, le secteur aérospatial, d'autre part, le secteur des biens d'équipement. Dans l'aérospatial, la recherche industrielle française représente un peu plus de 11 % de celle des pays de l'OCDE (et près de 40 % de celle des pays européens). À l'autre extrême, la dépense de recherche française dans le secteur des biens d'équipement est faible, avec 4 % de la dépense de recherche de l'OCDE et 16 % de celle des pays européens.

Les publications scientifiques (à forte orientation mathématique) sont en développement

Une des productions de la recherche est la publication d'articles dans des revues scientifiques. Le dénombrement et l'analyse quantitative d'éléments de ces articles tels que les répertorient les bases bibliographiques internationales permettent de « mesurer » les tendances de la production scientifique (tableau 17). Les indicateurs établis par l'OST montrent que la part de la production scientifique française dans le monde est en augmentation, la part dans les publications des pays de l'Union européenne étant stable depuis 1990.

### 17. Part des publications scientifiques françaises dans le monde et dans l'Union européenne

	En %						
	1983	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Part dans le monde	4,3	4,7	4,7	4,8	4,9	5	5,1
Part dans l'Union européenne	14,5	15,6	15,6	15,6	15,7	15,7	15,6

Source : OST, 1998.

Les mathématiques sont la discipline où la France a le poids le plus important, avec 7,1 % des publications mondiales en 1995. Les autres disciplines où la France est particulièrement présente sont la biologie fondamentale, la chimie et la physique, avec un poids mondial supérieur à 5 %. Les sciences pour l'ingénieur ont un poids inférieur à 4 % du total mondial.

La physique montre une croissance inférieure à la moyenne nationale au cours des années 1990-1995 (tableau 18). La chimie, la biologie appliquée et les mathématiques ont au contraire évolué plus vite que la moyenne nationale pendant cette période.

#### Recul relatif des brevets français

L'activité plus spécifiquement technologique peut être mesurée par le nombre de dépôts de brevets. Les dépôts de brevets français peuvent être rapportés soit à l'ensemble des pays du monde soit aux seuls brevets déposés par des entreprises européennes. Il est en outre classique de distinguer deux grands systèmes d'enregistrement de brevets : le système européen et le système américain. Les statistiques de brevet peuvent être influencées par le niveau de garantie accordé par chaque gouvernement. C'est pourquoi les comparaisons internationales doivent être conduites séparément dans chaque système de brevet (tableau 19).

## 18. La part des publications scientifiques de la France dans le monde par discipline

	1982	1990	1995
Biologie fondamentale	4,8	5,2	5,5
Recherche médicale	4,1	4,5	4,8
Biologie appliquée-écologie	3,1	3,3	4,0
Chimie	4,8	4,7	5,3
Physique	5,3	5,0	5,2
Sciences de l'univers	3,9	4,6	4,9
Sciences pour l'ingénieur	3,2	3,5	3,8
Mathématiques	4,2	6,1	7,1
<i>Ensemble</i>	4,3	4,7	5,1

Source : OST, 1998.

## 19. La place de la France dans les dépôts de brevets

En %

	1987	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
<i>Brevet européen :</i>								
France/Monde	8,5	8,5	8,3	8,0	7,9	7,7	7,4	7,0
France/UE	17,2	17,6	17,8	17,9	17,9	17,5	16,9	16,2
<i>Brevet américain :</i>								
France/Monde	3,8	3,7	3,7	3,6	3,5	3,3	3,2	3,1
France/UE	15,7	16,2	16,5	17,0	17,6	17,7	17,6	17,2

Sources : Données INPI, OEB et USPTO, traitements OST et CHI-Research.

Mesurée par les brevets dans le système européen, c'est-à-dire par la part de la France dans l'ensemble des brevets déposés dans le système européen, la France a nettement reculé depuis 1987 par rapport à l'ensemble des pays du monde. Elle recule aussi depuis peu par rapport aux dépôts réalisés par des pays de l'Union européenne (qui régresse globalement dans le monde). Mesurée dans le système de brevet américain, la régression de la part mondiale de la France est aussi très significative. Elle passe de 3,8 % en 1987 à 3,1 % en 1996. Compte tenu du déclin prononcé de l'Europe (dont la part relative diminue), le mouvement se traduit néanmoins par un accroissement de la part de la France dans l'Union européenne.

Dans le brevet européen, la position de la France est forte dans les secteurs de l'aérospatial et des transports terrestres. L'électronique et la chimie sont des domaines de faiblesse, avec même pour l'électronique, une régression de la part de la France. Par rapport à la moyenne européenne on constate au contraire une croissance de l'électronique française, ce qui

signifie qu'elle régresse au plan mondial dans une Europe qui régresse plus vite encore que la France.

Dans le système du brevet américain, l'aérospatial est aussi le secteur de spécialisation majeur de la France avec une part mondiale de plus de 11 % et en forte progression. Le secteur de faiblesse de la France est l'électronique avec une part mondiale de 2,1 % et en régression. Cette régression est toutefois moins importante que celle de l'ensemble européen dont la part dans le brevet américain recule plus fortement encore.

### *L'intensité de l'innovation industrielle reste trop faible en France*

Une analyse de la compétitivité technologique peut être menée en distinguant dans l'ensemble des produits industriels ceux dont le contenu en recherche-développement est élevé (considérés par convention comme des produits de haute technologie) et en étudiant les résultats particuliers de chaque pays dans le monde pour les échanges de ces produits.

Les dernières statistiques publiées par l'Observatoire des Sciences et des Techniques (OST) portent principalement sur les années 1989 et 1994 (tableau 20). L'examen des parts de marché montre que globalement, la part des exportations industrielles françaises sur le marché mondial est en 1994 légèrement au-dessous de son niveau de 1989. La percée du secteur aérospatial est confirmée, mais le recul des parts de marché touche aussi bien des secteurs technologiques comme l'électronique et la pharmacie que des secteurs à technologie moyenne (biens d'équipement), ou faibles (les secteurs intensifs en main-d'œuvre sont particulièrement touchés).

## **20. Part des exportations françaises dans le marché mondial par secteur industriel**

	1989	1994
Aérospatial	12,6	17,0
Électronique	3,9	3,3
Pharmacie	10,2	9,7
Biens d'équipement	5,8	5,7
Transports terrestres	6,9	7,2
Chimie	7,2	7,7
Systèmes intensifs en ressources naturelles	7,6	7,5
Systèmes intensifs en main-d'œuvre	5,1	4,6
<i>Ensemble</i>	<i>6,4</i>	<i>6,3</i>

Source : Chelem-CEPII, traitements OST.

Ainsi, la France en 1994 effectuait 7,2 % du total des dépenses de R&D mais en terme de brevets, ce flux de recherche ne débouchait en 1996 que sur 7 % des brevets européens et 3,1 % des brevets américains. Néanmoins, l'économie française représentait 6,3 % des exportations de l'OCDE (OST, 1998, p. 113).

On observe en outre que, malgré la croissance de la part relative de recherche et développement, la part des brevets aux États-Unis a subi une érosion (sauf pour l'aérospatial et la pharmacie). Un résultat équivalent est obtenu si l'on considère le système des brevets européens, pourtant *a priori* plus favorable aux firmes françaises.

Dans l'un et l'autre cas, la disparité d'évolution des parts de marchés à l'exportation n'est pas corrélée à l'évolution de la part relative des brevets, ce qui rappelle que l'innovation technologique, telle que la mesurent les brevets n'est pas le seul déterminant des performances à l'exportation.

Mais il y a peut-être un paradoxe commun à la France et à la plupart des autres pays européens (Commission européenne, 1998). En dépit d'une médiocre articulation de la science et de la technologie avec l'activité des firmes, le *Vieux Continent* maintient ses performances en matière de solde extérieur et de part de la production mondiale. En revanche, on sait que les résultats en termes de croissance intérieure ont été particulièrement médiocres au cours des années quatre-vingt-dix.

### *Une innovation inégale selon la taille des firmes*

Une enquête communautaire nouvelle sur l'innovation permet d'apprécier l'impact de l'innovation sur la production. L'enquête fournit des indications sur les entreprises qui ont développé des innovations, et la part des produits innovants dans le chiffre d'affaires des entreprises innovantes. Les premiers résultats disponibles fournissent quelques éléments d'interprétation encore fragiles car les données sont souvent peu comparables. On présentera ici quelques comparaisons entre France, Allemagne et Royaume-Uni, en les étendant lorsque cela est possible à d'autres pays européens.

Les pourcentages d'entreprises innovatrices par classe d'effectif pour plusieurs pays, dont l'Allemagne et la France montrent que ce sont les plus grosses entreprises qui ont le plus innové. Cependant, l'effet de la taille sur la capacité d'innovation est très inégalement réparti : alors que l'écart entre grandes et petites entreprises au plan de l'innovation n'est pas très important en Allemagne (ainsi qu'en Belgique, au Danemark, et en Irlande), il se fait beaucoup plus sentir en France.

Dans l'ensemble, la France paraît mal positionnée par rapport aux autres pays européens pour les entreprises de 50 personnes et plus. Pour les petites entreprises de moins de 50 personnes, la proportion d'entre-

prises innovantes est plus faible en Italie et en Espagne. Mais elle est deux fois plus forte en Allemagne (et environ une fois et demie plus forte en Belgique, au Danemark et aux Pays-Bas). Il est possible que la question ne soit pas interprétée de la même façon dans chaque pays, mais la relative faiblesse de la proportion d'entreprises innovantes en France doit être considérée comme une indication d'alerte.

Une autre question permet d'évaluer la part du chiffre d'affaires portant sur des produits inchangés en 1992. Elle semble confirmer la différence entre la France et l'Allemagne puisque 70 % environ du chiffre d'affaires était réalisé en France sur des produits inchangés et 40 % en Allemagne.

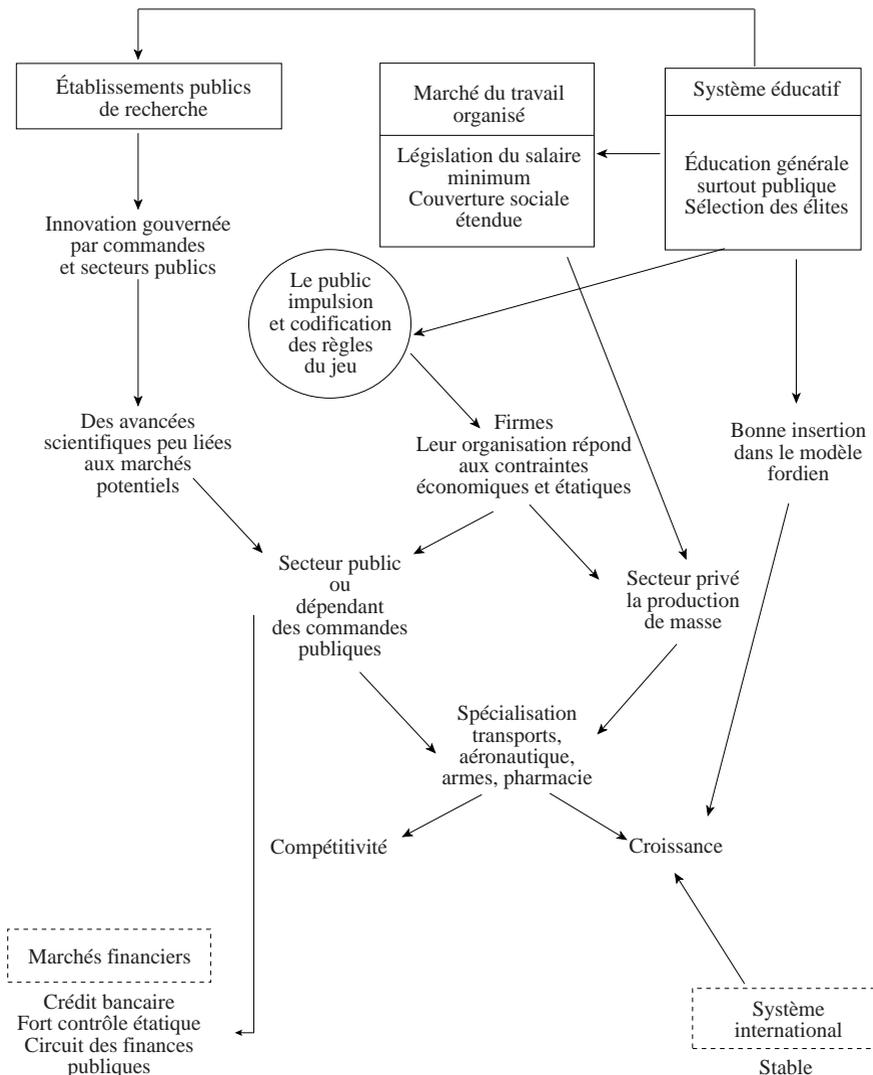
On peut encore tenter de rapprocher les résultats de l'enquête innovation réalisée en France et ceux d'une autre enquête, le « Product Development Survey » (PDS) conduite par l'Université de Belfast et l'Institut IFO allemand, enquête qui porte sur l'Allemagne (1 300 établissements) et le Royaume-Uni (1 700 établissements). La définition de l'innovation retenue dans l'enquête PDS est très large puisqu'elle comprend « toute application commerciale des connaissances ou des techniques de façon nouvelle ou pour de nouveaux objectifs. Elle peut inclure des innovations radicales ou des innovations incrémentales. Dans tous les cas, l'innovation apporte un avantage concurrentiel, au moins jusqu'à ce que d'autres entreprises la capturent ou en trouvent une meilleure ». Il n'y a donc pas dans cette définition de relation directe avec une avancée technologique et l'objet est clairement tourné vers l'innovation de produit. L'enquête porte par ailleurs sur des établissements (de plus de 20 salariés seulement) et non sur des entreprises. La propension à innover est appréciée par la proportion d'établissements ayant innové entre 1991 et 1993. La période étant à peu près la même que celle de l'enquête innovation française on peut, semble-t-il, rapprocher les résultats français (qui portent sur des entreprises) avec ceux de l'Allemagne et du Royaume-Uni.

Les chiffres français sont approximatifs car ils sont reconstitués à partir d'un nombre de classes de tailles d'entreprises plus élevé, mais les incertitudes sont très inférieures aux écarts constatés avec l'Allemagne et même le Royaume-Uni. Il est possible en revanche que la question posée en France ait été plus restrictive dans sa formulation, ce qui tend à accentuer l'écart avec le Royaume-Uni et l'Allemagne. Mais l'importance de l'écart constaté au détriment de la France, est préoccupante et mériterait d'être approfondie.

Mais en définitive, d'un strict point de vue économique, le résultat de l'innovation s'apprécie en termes d'exportation de biens et de services, de

croissance et de progression du niveau de vie. Les dépenses de R&D ne sont que des entrants dans le processus d'innovation, dont le résultat s'apprécie plutôt par le dépôt de brevets et plus encore le passage à une production rentable et génératrice d'emploi.

### 16. La France : un modèle largement centré sur le rôle de l'État



Source : Amable, Barré et Boyer (1997), p. 210.

## Un système d'innovation à forte implication étatique

Au sein des pays européens, la France représente sans doute le pays dans lequel l'État central est le plus impliqué dans le système d'innovation.

### *Recherche et innovation sont très liées aux interventions publiques*

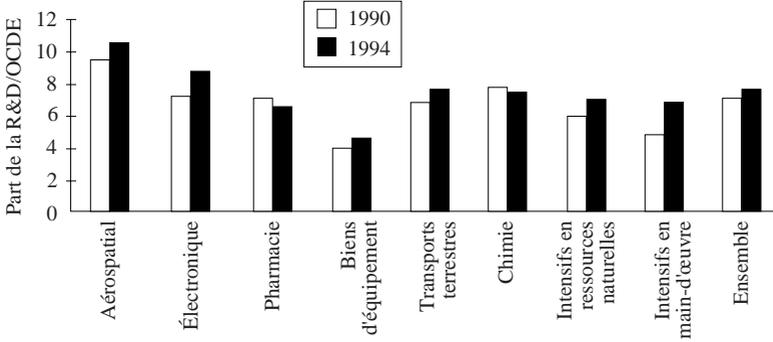
La recherche fondamentale et une partie significative de la recherche appliquée sont menées au sein d'établissements publics. En outre, les entreprises nationalisées et les dépenses publiques ont longtemps joué un rôle d'impulsion dans la genèse et la diffusion des innovations technologiques, organisationnelles et sociales (figure 16). On sait aussi que le marché du travail est traditionnellement encadré par une série de réglementations publiques en matière de salaire minimum, de contrat de travail, d'embauche et de licenciement. Enfin, le système éducatif est très largement public et tend à privilégier la formation générale au détriment des cursus plus professionnels, ce qui a sans doute des implications sur le type d'innovation susceptibles d'émerger (Caroli, 1995). *A priori*, cette configuration concentre son efficacité sur les produits qui entretiennent des relations avec la puissance publique tels que les matériels de transport, l'aéronautique, les équipements de défense, certains secteurs de la pharmacie ou encore les services collectifs locaux.

Si l'on adopte la logique du modèle linéaire qui fait se succéder avancées scientifiques, innovations techniques et activité économique, force est de reconnaître que le rendement de la recherche est en France inférieur à celui de la moyenne des pays de l'OCDE. Ainsi, la France en 1994 effectuait 7,2 % du total des dépenses de R&D mais en termes de brevets, ce flux de recherche ne débouchait en 1996 que sur 7 % des brevets européens et 3,1 % des brevets américains, et en définitive l'économie française ne représentait que 6,3 % des exportations de l'OCDE (OST, 1998, p. 113). L'évaluation diffère considérablement selon le secteur. Le rendement est remarquable et bien supérieur à la moyenne pour l'aérospatiale alors qu'à l'opposé l'efficacité des investissements alloués à l'électronique paraît faible, la chimie occupant une position intermédiaire (figures 17 et 18). On observe en outre que de 1990 à 1994 ou 1996, malgré la croissance de la part relative de recherche et développement, la part des brevets aux États-Unis a subi une érosion sauf pour l'aérospatial et la pharmacie.

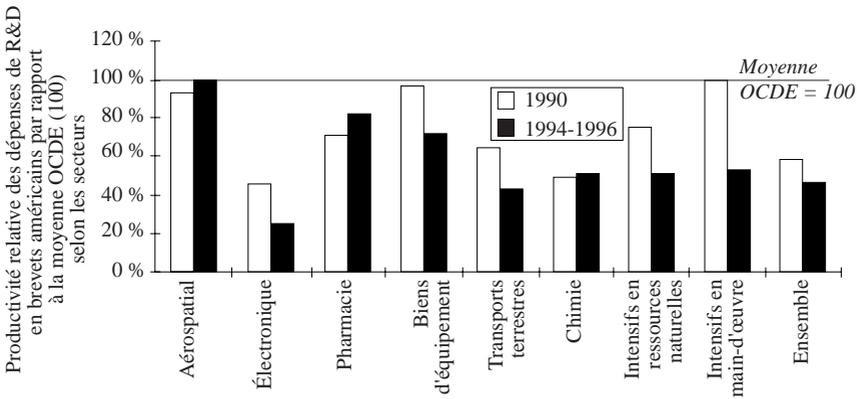
Ces résultats modestes ne doivent pas conduire à nier l'efficacité qu'a eu ce modèle dans la reconstruction et la modernisation de la France. Il faut aussi constater les performances à l'exportation enregistrées dans le secteur de l'aéronautique longtemps adossé au secteur public et qui

## 17. De l'activité de R&D aux performances économiques, faiblesse française... ou inadéquation du modèle linéaire

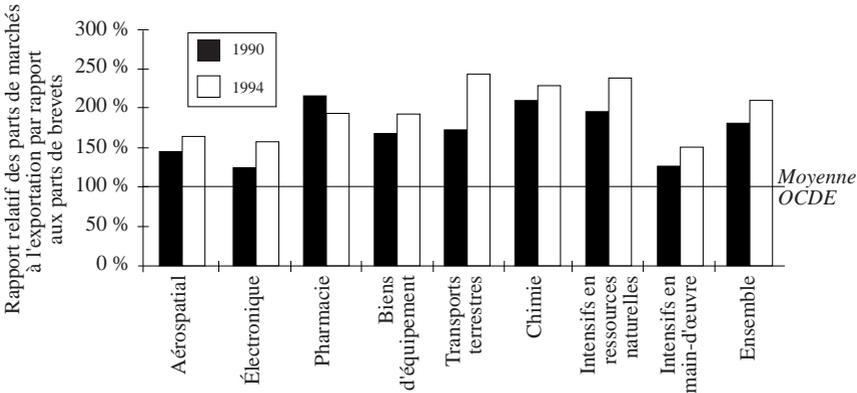
### a. Des efforts relatifs de RD inégaux selon les secteurs



### b. Une aptitude décroissante à convertir ces dépenses en innovation, sauf pour l'aérospatial et la pharmacie



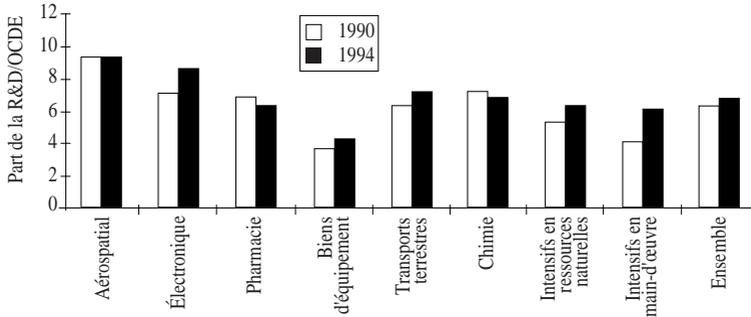
### c. L'innovation n'est pas le seul déterminant de la performance à l'exportation



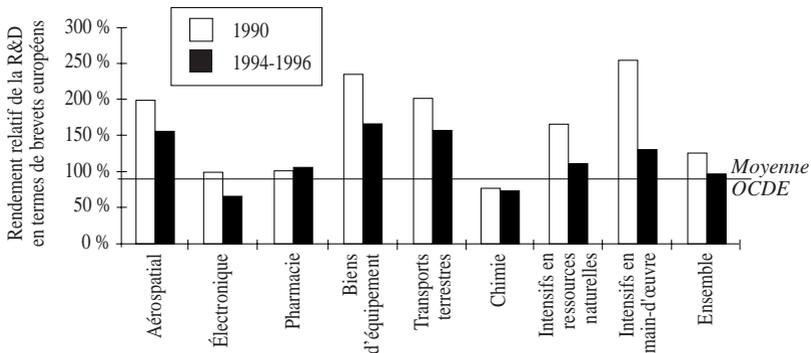
Source : Calculs effectués à partir des données du rapport OST, 1997, p. 113.

## 18. De l'influence de la mesure des brevets sur l'appréciation de la situation française

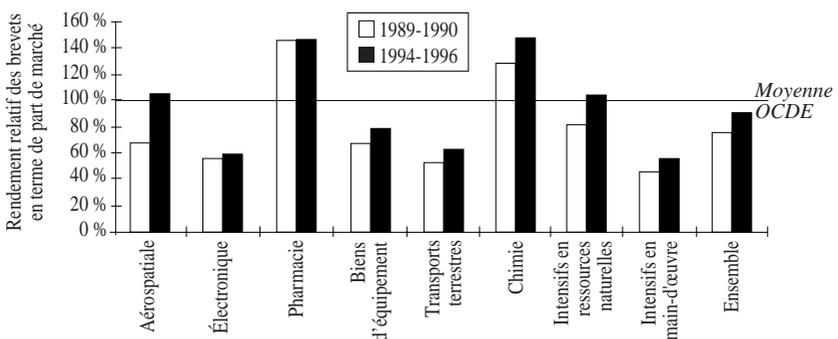
### a. Des efforts de R&D inégaux selon les secteurs



### b. Une confirmation de l'érosion de l'impact de la R&D en termes de brevets



### c. Une amélioration de l'impact des brevets européens sur les parts de marché à l'exportation



Source : Calculs effectués à partir des données du rapport OST, 1997, p. 113.

concurrence aujourd'hui le quasi-monopole traditionnel du constructeur américain. Il reste que le système d'innovation français est mis en porte-à-faux par le tour nouveau de la concurrence internationale et le changement de paradigme technologique mis en lumière au début de cette étude. Les méthodes de gestion de l'innovation comme de la production se trouvent déstabilisées et doivent s'adapter à un environnement nouveau.

### *Une grande concentration des interventions publiques*

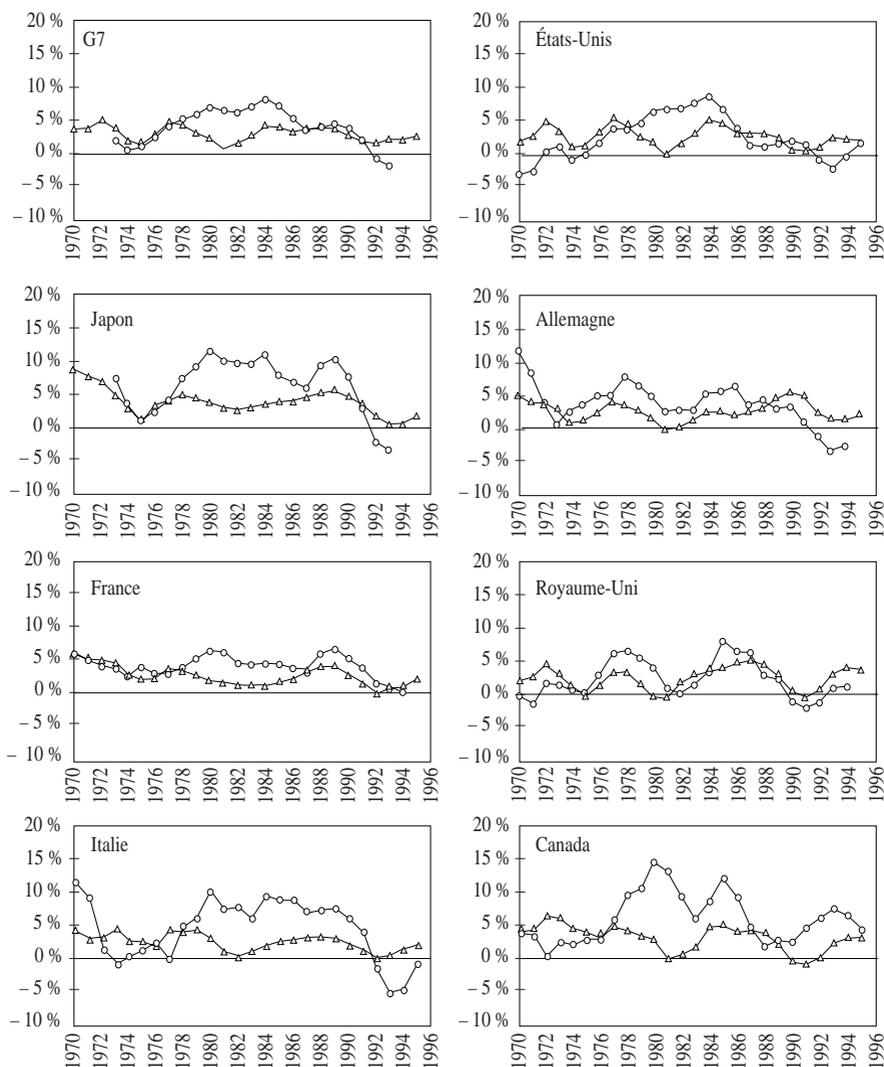
Le rôle des grands programmes, tout particulièrement ceux liés à la défense nationale, tend à être relativisé sous le double impact des conséquences de la fin de la Guerre froide et de la contrainte budgétaire qui conduisent à réviser le volume des financements. En France, comme aux États-Unis, les dépenses de défense exerçaient traditionnellement un effet d'entraînement sur la production des secteurs à haute technologie. La question posée est celle de la conversion de ce potentiel de compétence du secteur militaire au secteur civil. Cette transition a été amorcée plus tôt aux États-Unis et elle a en définitive été compensée, au milieu des années quatre-vingt-dix, par un regain de dynamisme de l'innovation dirigée vers le secteur privé.

Les grands programmes civils français d'aide à la R&D ont eux-mêmes changé de point d'application et de méthodes. Ils portent sur les transports (PREDIT), la chimie et les semi-conducteurs (REACTIF) et le contrat cadre avec SGS-Thomson. Certains programmes de coopération européenne ont pris le relais dans le domaine des composants, de la télévision numérique, des microsystèmes. Les grands programmes associés au CEA et au CNESS se poursuivent (DGSI, 1998).

Les dépenses de recherche et développement privées ont elles aussi enregistré un ralentissement à partir du début des années quatre-vingt-dix (figure 19). Les firmes françaises ont pris un certain retard par rapport à leurs concurrentes américaines. Mais il faut se demander si ce phénomène tient à la mauvaise conjoncture et au niveau trop élevé des taux d'intérêt réels, ou bien si les entreprises en ont profité pour réorganiser et rationaliser leurs méthodes en matière d'innovation. Ou encore si c'est la faiblesse des pratiques de coopération technologique et de production en réseau qui est à l'origine de ce ralentissement. Quoi qu'il en soit, les études économétriques sur données de firmes suggèrent que le rendement du stock de connaissances a peut-être baissé après 1985 (Mairesse et Hall, 1996, pp. 16-17-23).

On observera aussi qu'un système d'innovation à forte base publique tend à privilégier les grandes entreprises. Dans la mesure où les grands groupes sont les principaux bénéficiaires des aides liées notamment au secteur de la défense, la répartition des aides publiques à l'innovation est

## 19. En dehors des périodes exceptionnelles, tendance à la procyclicité des dépenses de R&D



Source : OCDE (1997), DSTI/IND/STP/ICCP(97)I/REV1, mars, p. 25.

loin de se distribuer également selon le statut des firmes et leur taille (tableau 21a). Si l'on suppose que le rendement de la R&D en innovation est sensiblement linéaire (Crépon et Duguet, 1994) et que la taille de la firme est neutre sur ce rendement, il faut conclure que cet inégal accès aux aides à la R&D contribue à un moindre dynamisme technologique pour l'ensemble de l'économie. Plus encore, le taux moyen d'aide est considérablement supérieur pour les grandes entreprises alors qu'on peut supposer qu'elles ont par ailleurs en général un accès beaucoup plus aisé aux autres

## 21. La répartition des crédits publics privilégie les grands groupes

### a. En matière de volume de financement total

Grands groupes (ayant des relations avec la défense)	36,1
Groupes sans lien avec la défense	49,7
Firmes n'appartenant pas à des groupes	14,2
Total	100,0

### b. En matière de taux d'aide

Grandes entreprises	18,4 %
Entreprises moyennes	7,7 %
Petites entreprises	8,8 %

Source : H. Guillaume (1998), « Rapport de mission sur la Technologie et l'innovation », pp. 111 et 117.

moyens de financement (tableau 21b). Enfin, dans le passé, le succès de la production de masse pilotée par les grande entreprises est loin d'avoir favorisé des formes d'organisation en réseaux d'information et de coopération technologique dans lesquels pourraient s'insérer les PME indépendantes, même si l'on peut diagnostiquer la présence et l'essor de PMI innovantes.

### *Une certaine « nostalgie » fordiste*

Un héritage de la période de forte croissance rend problématique un couplage vertueux entre innovation et emploi. L'industrie française est assez largement spécialisée dans la production de biens standardisés pour lesquels la concurrence porte sur les coûts et les prix. Rares sont les secteurs qui sont parvenus à imposer des produits radicalement nouveaux, faisant époque et assurant un avantage compétitif plus ou moins durable à travers une rente d'innovation. Par ailleurs, la compétitivité française s'est très largement restaurée depuis le milieu des années quatre-vingt, principalement à travers la modération des coûts de production, sans que des avantages hors-prix aient été suffisamment développés. Le fait que l'industrie française, et plus généralement l'industrie européenne, n'aient pas renouvelé de façon assez radicale la gamme de produits offerts, a sans doute contribué à la tendance à la contraction de l'emploi industriel dans la plupart des branches. C'est une conséquence indirecte, d'une part, de l'héritage de la phase de rattrapage technique, d'autre part, du rôle déterminant de l'État et des commandes publiques dans l'orientation de l'innovation. À grands traits, la dynamique de la création destructrice ne conduit à la croissance de l'emploi que pour autant que les créations associées aux nouvelles demandes l'emportent sur la rationalisation des productions de

produits standardisés, que si l'élasticité de la demande par rapport aux prix est supérieure à 1 (Direction de la Prévision, 1997).

Le rendement de l'innovation est très largement dépendant de la qualité des réseaux dans lesquels l'entreprise est insérée et de l'adéquation de ses structures internes d'organisation. De ce point de vue, une autre faiblesse française tient au retard pris par les firmes quant à leur insertion dans le nouveau paradigme technologique et productif. À la fin des années quatre-vingt, plusieurs indices portaient à penser que les firmes étaient encore victimes d'une certaine « nostalgie fordiste » (Boyer et Durand, 1993). Fort heureusement, depuis le milieu des années quatre-vingt-dix, les enquêtes sur la diffusion de l'automatisation, de l'informatisation des firmes ou encore la transformation de leur mode d'organisation montrent un mouvement marqué d'adaptation des firmes au nouveau contexte technologique et économique (SESSI, 1995a et 1995b ; 1997). Plus encore, il ressort que les PMI qui ont poursuivi tout au long de la période 1990-1997 des opérations d'innovation sont parvenues à faire croître plus vite leur chiffre d'affaires et à maintenir les réductions d'emploi inutiles, voire dans certains cas à le développer légèrement (François, 1998).

### *Des firmes trop peu insérées dans les réseaux*

Un autre handicap des entreprises françaises demeure par comparaison avec leurs concurrentes européennes. Plus de 43 % des entreprises industrielles françaises ne sont pas insérées dans les réseaux d'innovation. Celles qui le sont ont peu créé de systèmes d'information les liant à leurs clients et à leurs fournisseurs (tableau 22). Or des données empiriques, certes fragiles mais convergentes, tendent à conclure que la coopération technologique affecte considérablement le rendement de l'innovation en termes de part de marché et de rentabilité.

## **22. Insertion dans les réseaux d'innovation**

	Belgique	Danemark	France	Allemagne	Irlande	Italie	Pays-Bas	Norvège	Total
Faible	3,0		43,3	2,5	3,7	12,9	4,8	8,0	12,9
Équipement seulement	7,8	5,5	19,0	2,3	5,7	20,2	5,2	10,5	14,4
Fournisseurs & clients	17,3	11,7	12,9	6,5	9,0	19,5	16,8	15,0	15,8
Clients & concurrents	16,3	25,4	8,6	20,8	24,6	15,1	15,4	13,5	16,0
Fournisseurs-clients & concurrents	22,1	22,7	9,0	20,6	23,0	24,9	22,0	20,2	21,9
Réseau complet	33,5	34,8	7,2	47,4	34,0	7,3	35,8	32,9	19,1

En pourcentage de toutes les firmes

Sources : OCDE, 1997 : DSTI/STP/TIP(97) : 13, 8-9 décembre, p. 45 (tableau A9) et Debresson *et al.*, 1997, CIS-Data.

Un autre argument en faveur des réseaux dérive des approches en terme de grappes d'innovation (ou « cluster ») mises en avant par Porter. Dans des contextes institutionnels pourtant variés, il ressort par exemple que la densité des relations amont et aval favorise la fréquence de l'innovation (De Bresson et Xiaping, 1995). Par ailleurs, dans un certain nombre de pays européens, dont les Pays-Bas, les gouvernements ont récemment reconsidéré leur politique technologique et réformé certains aspects réglementaires affectant le secteur public de la recherche afin de favoriser la constitution de réseaux (Petit, 1998). Le mot d'ordre est de faire émerger des grappes d'innovation à travers la synergie des réseaux (Wijers, 1997). Enfin, les organismes internationaux tels que l'OCDE s'intéressent aux modalités d'organisation des réseaux à vocation technologique (Conférence à Vienne, mai 1998).

À volume constant de R&D, le développement des réseaux serait susceptible d'améliorer les performances des firmes françaises. Pour autant que les pouvoirs publics aient la possibilité d'influer sur ce processus subtil qui revient pour l'essentiel à l'initiative des firmes, ce serait là un des moyens de dynamiser les effets de levier qu'exercent les aides diverses à l'innovation.

Enfin, une comparaison terme à terme de la densité des chercheurs académiques ou appliqués, du volume de R&D par personne employée et du volume moyen de brevet par ingénieur et chercheur, suggère que la France est assez largement en retard par rapport aux États-Unis, au Japon, et même à certains pays du Sud-est asiatique, comme la Corée (Commission européenne, 1997). On pourrait imaginer qu'un gouvernement se fixe comme programme de moyen terme une mise à niveau par rapport à ces pays. Mais il faut se souvenir que c'est le calcul des firmes qui initie le processus d'innovation dont le rendement anticipé doit être suffisant pour justifier un volume accru de R&D. En effet, les incitations fiscales n'ont qu'une influence indirecte et le contexte d'une maîtrise durable des dépenses publiques incite plus à des redéploiements qu'à une augmentation massive du volume de l'aide à l'innovation. Fait exception la création de pôles technologiques dans lesquels une intervention publique importante, soutenue dans le temps et s'inscrivant dans la logique des nouveaux principes de compétitivité est susceptible d'aboutir à des résultats parfois spectaculaires. Le succès de SGS-Thomson est exemplaire à cet égard et suggère que des formes originales d'interventions publiques, bien ciblées par rapport aux nouveaux principes de compétitivité, peuvent être tout à la fois innovatrices et efficaces. Mais il faut être conscient de ce qu'un tel succès reste une exception et que la position de la France reste très modeste dans le domaine.

## *Le système français est en phase d'adaptation*

La liste des faiblesses pourrait suggérer que le système français est particulièrement inadapté et qu'il conviendrait de le restructurer très largement. Telles ont été par exemple certaines réactions au rapport d'Henri Guillaume (Orange, 1998). Cependant, la reprise de la croissance semble avoir stimulé un certain rattrapage technologique des firmes françaises, par exemple en matière d'informatisation et de connexion au réseau Internet (Le Cœur, 1998). Depuis quelques années, les firmes se sont réorganisées, les interventions publiques ont amorcé un redéploiement. Il est des cas où les organismes publics de recherche ont pu vaincre la logique du schéma « colbertien » et déboucher sur des « champs d'innovations coordonnées » intégrant mieux que par le passé le rapport recherche publique/activité économique (Aggeri, Fixari et Hatchuel, 1998).

Une stratégie extrême pourrait chercher à promouvoir le modèle américain, imaginé (à tort) comme un système dans lequel la logique de marché serait omniprésente en matière de droit de propriété intellectuelle, d'accès à l'éducation, de financement de l'innovation par le capital-risque. Avant d'analyser les raisons de l'écart de performances entre la France et les États-Unis, il n'est pas inutile de souligner que chaque configuration a ses forces et ses faiblesses (tableau 23). Pour faire image, on rappellera que c'est aux États-Unis que se trouve la Silicon Valley... mais que la Côte Est ne dispose pas d'un réseau ferroviaire à grande vitesse de type TGV, conçu en France à l'initiative d'un fort pôle public. Toulouse pourrait être en mode mineur l'équivalent du pôle aéronautique que constitue Seattle un financement public soutenu et concentré ayant été dans les deux cas le préalable à l'essor du secteur. En revanche, hélas, Microsoft développe ses activités à Seattle et... pas en France.

## **Quelles leçons tirer du « miracle américain » ?**

La durée et la vigueur de la dernière phase d'expansion américaine, la spectaculaire réorganisation des firmes, le succès des nouveaux produits associés non seulement à l'informatique et aux télécommunications mais aussi aux loisirs et à la finance sont autant de facteurs qui ont polarisé l'attention sur le « modèle américain », souvent pris comme référence tant en matière de politique d'emploi que de politique scientifique et technologique. Il est donc utile de se demander quels sont les enseignements à tirer de l'expérience américaine, tout particulièrement au moment où le redressement de l'économie française ouvre des marges d'action nouvelles. Quelle a été la contribution de l'innovation à la croissance et à l'emploi aux États-Unis ? Quelles sont par comparaison les faiblesses françaises auxquelles la politique économique pourrait remédier ?

## 23. Forces et faiblesses des divers systèmes sociaux d'innovation et modèles productifs (SSI)

Configuration				
	Marchande	Méso-corporatiste	Publique/intégration européenne	Sociale démocrate
Conditions permissives	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Niveau de développement suffisant.</li> <li>— Large décentralisation de la recherche et de l'activité économique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Système éducatif généraliste efficace.</li> <li>— Existence de grandes firmes multiproduits.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Objectif de rattrapage économique et technologique.</li> <li>— Acceptation et légitimité d'interventions multiformes de l'État.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Acceptation du principe d'ouverture et de compétitivité.</li> <li>— Valeurs de solidarité et de justice sociale.</li> </ul>
Forces	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Spécialisation dans les connaissances codifiables.</li> <li>— Réponse rapide au changement structurel.</li> <li>— Capacité d'innovation radicale.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Spécialisation dans les activités où dominent les savoirs localisés.</li> <li>— Cumulativité des effets d'expérience.</li> <li>— Avantages pour les innovations incrémentales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Spécialisation des activités liées aux besoins collectifs (transport, santé, télécommunications).</li> <li>— Favorise le rattrapage.</li> <li>— Grands programmes à long terme susceptibles d'innovations radicales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Spécialisation dans les activités liées aux ressources naturelles.</li> <li>— Faibles inégalités.</li> <li>— Pression à l'adoption de nouvelles techniques dans les secteurs de haute technologie.</li> </ul>
Faiblesses	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Sous-investissement dans les composantes collectives.</li> <li>— Possible croissance des inégalités.</li> <li>— Court terme des décisions.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Sous-investissement dans la recherche fondamentale.</li> <li>— Possibles lenteurs de réaction à la conjoncture.</li> <li>— Contrôle relativement lâche des décisions d'investissement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Sous-investissement dans les innovations de produit, satisfaisant les besoins des consommateurs.</li> <li>— Lenteur d'adaptation des interventions publiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Fiscalité élevée, potentiellement dissuasive pour l'investissement et la R&amp;D.</li> <li>— Inadéquation du système financier.</li> </ul>
Sources de destabilisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Réduction des dépenses et aides publiques à l'éducation et la recherche.</li> <li>— Incapacité à bâtir les coordinations nécessaires à certaines branches.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Basculement du paradigme productif vers les secteurs liés à la science.</li> <li>— Destabilisation par la déréglementation financière.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Le rapprochement de la frontière technologique appuie d'autres organisations.</li> <li>— Les contraintes sur la politique économique bloquent le rôle d'impulsion de l'État.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Divergence par rapport aux tendances internationales.</li> <li>— Destabilisation par l'internationalisation et la déréglementation financière.</li> </ul>

Source : Amable, Barré, et Boyer (1997), p. 214.

## Les performances américaines renvoient à plusieurs explications

De 1973 à 1997, le nombre des emplois a augmenté d'à peine un million en France et de 43 millions aux États-Unis. Le rapprochement de ces résultats, la vigueur de la croissance américaine actuelle et le succès spectaculaire de certaines firmes placent naturellement l'innovation au centre des débats. Il faut aussi se souvenir qu'au milieu des années quatre-vingt, l'opinion américaine s'inquiétait du déclin des États-Unis, alors qu'en douze ans, de 1973 à 1985, le nombre d'emplois avait augmenté de 22 millions, nombre pratiquement égal à celui des douze années suivantes, de 1985 à 1997.

Plusieurs analyses ont été proposées pour expliquer la permanence de ces bons résultats. Ces analyses s'inscrivent autour de quatre lignes d'interprétation.

### *Des innovations visant à la différenciation des produits : une explication du paradoxe de Solow et du dynamisme de l'emploi*

Certaines interprétations insistent sur le rôle de la différenciation des produits. L'augmentation du niveau de vie et la production de masse ont entraîné une demande de différenciation des produits et des services. Les consommateurs sont devenus plus riches et leurs modes de vie se sont eux-mêmes diversifiés. En conséquence, la concurrence ne joue plus simplement sur les coûts mais aussi sur l'aptitude à renouveler les biens au sein d'une gamme de produits. Selon certaines analyses, les indicateurs traditionnels de productivité saisiraient de moins en moins bien les caractéristiques de la concurrence contemporaine, la variété des produits offerts concernant mieux les sources de profit des firmes comme les raisons des choix des acheteurs. Il y aurait là l'une des explications possibles du paradoxe de Solow (Direction de la Prévision, 1997). Or, l'économie nord-américaine se serait particulièrement restructurée en fonction de cet objectif et de façon plus précoce que les économies européennes. Les médiocres performances de la productivité globale des facteurs ne seraient donc qu'une apparence, indice de l'inadéquation croissante de la problématique des économistes... et de l'appareil statistique aux nouveaux cours du changement.

Cette interprétation est compatible avec divers indices empiriques, déjà mentionnés, tels que le rôle du renouvellement des produits dans les parts de marché, la prime accordée à la qualité par les consommateurs ou encore l'impact de la variété de l'offre sur les performances à l'exportation. Elle est cependant sans doute extrême dans la mesure où elle extrapole l'évolution des vingt dernières années en supposant que ces dernières marquent un renversement historique et durable des tendances du progrès technique.

Une mise en perspective longue suggère qu'à très long terme, le développement du capitalisme industriel s'est toujours accompagné d'une progression des gains de productivité, donc des niveaux de vie, et qu'ont déjà alterné dans le passé des phases où l'innovation de produit semblait l'emporter sur l'innovation de procédé avant que la situation se renverse à nouveau (Freeman, 1995 et Ayres et *alii*, 1990).

### *De la recherche de l'efficacité dynamique à la flexibilité organisationnelle*

Selon une autre interprétation, la diffusion de l'automatisation dans l'industrie et plus généralement de l'informatisation dans le plus grand nombre des secteurs tertiaires, aurait garanti une plus grande réactivité des firmes face à une conjoncture plus incertaine et à un renforcement de la concurrence. Les équipements à fort contenu électronique permettent un changement rapide des spécifications du produit au sein d'une gamme donnée. Mais le mariage de l'informatique et des télécommunications ne sert pas seulement à optimiser les flux productifs dans l'industrie manufacturière, car son domaine privilégié d'application est la gestion des services : distribution, logistique, banque, assurance, services aux entreprises. C'est donc dans ces secteurs que se manifeste une grande partie des gains attendus des nouvelles technologies.

L'une des différences de performance entre les États-Unis et la France pourrait alors tenir au fait que les efforts des firmes nord-américaines ont été plus précoces et ont d'ores et déjà produit leurs effets en relevant significativement la productivité du capital ce qui n'est peut-être pas encore intervenu en France, et encore moins au Japon (Commission Européenne, 1997, p. 29). Si la finalité de l'innovation technique et organisationnelle est la recherche de rente oligopolistique liée à la différenciation des produits (interprétation précédente) ou à la réactivité aux marchés (interprétation évoquée ici), il n'est pas étonnant de constater que la productivité globale des facteurs ne se soit significativement relevée, sauf au Royaume-Uni et plus récemment en Allemagne. Au demeurant, c'est aux États-Unis que dans la période récente, le rythme des gains de productivité globale apparaît le plus faible (0,3 % par an), alors que pour les pays européens il s'échelonne entre 1,6 % pour la France et 2 % pour le Royaume-Uni. Ainsi pour partie, les performances américaines en matière d'emploi tiendraient au caractère très largement extensif du mode de développement de ce pays depuis le début des années soixante-dix (Boyer et Juillard, 1995). En revanche, les pays de l'Europe continentale, du fait de leur insertion internationale, d'une plus forte pression des salaires réels, de leur moindre aptitude à lancer des nouveaux produits, n'ont pas exploré la même trajectoire technologique et ont été incités ou

contraints à poursuivre leurs efforts de productivité globale. C'est une nouvelle confirmation de la diversité des systèmes d'innovation.

### *D'innovations économes en travail à la satisfaction de besoins sociaux intensifs en main-d'œuvre*

Une troisième interprétation renvoie à la création d'emplois dans les secteurs intensifs en main-d'œuvre. On considère le plus souvent que le progrès technique tend à développer la productivité globale et à économiser le travail, en substituant du capital au travail. On suppose alors implicitement que le panier de biens produits par l'économie ne varie pas ou très peu. Or, la multiplication des biens et la diversification de leurs caractéristiques fait partie de la dynamique d'innovation. Dans certains cas, de nouveaux besoins de plus en plus intensifs en travail se développent, alimentés ou suscités par les avancées scientifiques. Le meilleur exemple de cette configuration est peut-être le secteur de la santé. Le progrès des techniques médicales, les avancées de la biologie, la généralisation des conditions d'accès aux soins, la résistance de certaines maladies, le vieillissement de la population sont autant de facteurs qui se sont conjugués pour entraîner une croissance de l'emploi dans le secteur médical. Le phénomène est présent aussi pour les services aux consommateurs tels que la restauration rapide, les loisirs, la distribution (même modernisée par les technologies de l'information). Dans ces secteurs, les gains de productivité restent modestes. Les services publics ne font pas exception à ce mouvement général, puisqu'ils ont fréquemment pour propriété d'être assez ou même très intensifs en main-d'œuvre.

Comment s'analysent les créations d'emplois aux États-Unis ? Selon la prospective du Bureau Statistique du Travail Américain pour la période 1996-2006 (Ambassade de France à Washington, 1998), les créations d'emplois interviendront à un rythme très élevé (7,6 %) dans le secteur des hautes technologies, entendu ici comme celui de la production d'ordinateurs et du traitement des données. Mais du 1,3 million d'emplois attendu dans ce secteur, il faut rapprocher les 3,3 millions liés aux dépenses de santé et aux services sociaux (supposés croître de 4,0 % par an). Les services aux entreprises entendus au sens large créeront près de 1,5 million d'emplois, soit plus que le secteur des hautes technologies. Viennent ensuite l'emploi dans l'environnement (4,2 %) et celui lié à l'essor des loisirs (3,5 %) (tableau 24).

En définitive, aux États-Unis les composantes de l'innovation tournées vers les services seraient beaucoup plus créatrices d'emplois que le secteur des hautes technologies. Par contraste, le secteur de la santé, objet de plans de modération et de contrôle du fait des problèmes permanents de financement de la Sécurité sociale, a crû moins rapidement qu'aux États-Unis. Les services aux entreprises sont aussi moins développés et bien sûr les

technologies de l'information sont loin de créer un fort volume d'emploi. C'est souligner à nouveau le rôle déterminant de l'innovation non seulement dans la technologie, mais aussi dans les services.

## 24. Innovation et croissance des emplois : trois grandes formes

	Niveau de l'emploi 1996	Variation de 1996 à 2006	Taux annuel moyen de variation en %
<i>Secteurs des hautes technologies</i>			
Ordinateurs et traitement des données	1 207,9	1 301,2	7,6
<i>Secteurs de la santé et services sociaux</i>			
Service de santé	1 171,9	796,4	5,3
Soins résidentiels	672,1	397,7	4,8
Bureaux des praticiens de santé	2 751,4	1 294,5	3,9
Nourrices et soins personnels	1 732,2	644,8	3,2
Soins de jour pour enfants	569,3	164,2	2,6
<i>Total santé</i>	<i>6 896,9</i>	<i>3 297,6</i>	<i>4,0</i>
<i>Services aux entreprises et finance</i>			
Gestion et relations publiques	873,3	526,8	4,8
Agents de change	551,4	189,0	3,0
Service divers aux entreprises	2 012,8	576,5	2,5
Sociétés d'investissement	725,6	202,6	2,5
<i>Total services aux entreprises</i>	<i>4 173,1</i>	<i>1 494,9</i>	<i>3,1</i>
<i>Autres secteurs</i>			
Environnement (épuration d'eau)	230,9	118,2	4,2
Loisirs (activités récréatives)	1 108,6	456,7	3,5

Source : H. Guillaume (1998) « Rapport de mission sur la Technologie et l'innovation », p. 171. Prévisions du *Labor Statistical Bureau* pour les États-Unis.

### *Pour une approche multiple du lien innovation-emploi*

Les relations entre innovation et emploi s'avèrent donc beaucoup plus complexes que ne le suppose chacune des interprétations.

Il est exact qu'en moyenne l'emploi manufacturier est d'autant mieux garanti que les efforts d'innovation sont importants. En moyenne pour les pays de l'OCDE, seul le secteur des hautes technologies est parvenu à accroître l'emploi de 3,3 % sur l'ensemble de la période 1983-1995, contre une réduction de 19,4 % pour la moyenne de l'industrie manufacturière. Aux États-Unis, cet avantage semble toutefois s'être érodé à partir des années quatre-vingt-dix, au point que sur la période 1980-1995 la contraction de l'emploi manufacturier n'est que légèrement plus marquée

que dans les secteurs de haute technologie dans l'ancienne industrie. L'avantage demeure en revanche dans l'Union européenne. L'emploi dans le secteur des hautes technologies ne se contracte que de 9,1 % alors que dans l'ensemble de l'industrie le recul est de 21,2 %.

Il faut aussi noter que la diffusion des nouvelles technologies compte tout autant que leur création et que les principaux secteurs utilisateurs des nouvelles technologies de l'information et de la communication se trouvent dans les services. Aux États-Unis, les cinq premiers destinataires des efforts de R&D sont le secteur des services sociaux et personnel, le commerce, la construction, les services aux entreprises et les transports. En France les services publics sont de loin les premiers utilisateurs avec la finance, l'assurance, le transport, l'aérospatial, et la construction.

Plus encore que pour l'industrie manufacturière, dans les services l'innovation de produit joue un rôle déterminant dans la dynamique de l'emploi. Contrairement à la période « fordienne » dans laquelle les avancées se manifestaient par la progression de la productivité de biens relativement standardisés, dans les années quatre-vingt et quatre-vingt-dix, l'innovation porte essentiellement sur les produits et l'innovation de procédé tend à suivre le mouvement. De ce fait, les performances d'emploi aux États-Unis s'expliquent très largement par l'essor des innovations qui supposent un recours accru au travail. En Europe par contre, l'innovation continue à être économe en travail.

Alors que l'attention des décideurs se polarise sur l'informatique et les télécommunications, la recherche de réponses adaptées à la dynamique d'émergence des nouveaux besoins, au nombre desquels figure celui de la santé est peut-être trop négligée. N'est-il pas paradoxal que les États-Unis dont la couverture sociale est traditionnellement plus limitée que celle des pays européens, soient à l'avant-garde de la création d'emplois dans le secteur ? C'est une invitation à s'interroger sur le rôle du financement public, contractuel ou privé, des dépenses de santé et plus généralement de tous les services sociaux liés aux formes de vie urbaine, au vieillissement de la population, aux besoins d'éducation et de formation, aux loisirs. Une partie des problèmes d'emploi en France pourrait venir de ce divorce entre des besoins sociaux qui parviennent d'autant moins à se traduire en demande solvable que le financement en est socialisé et des technologies nouvelles qui rationalisent un modèle productif et un style de consommation hérités des trente glorieuses.

### *Les enseignements d'une comparaison*

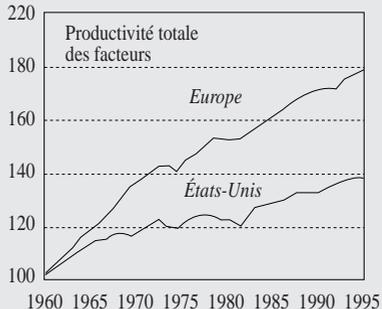
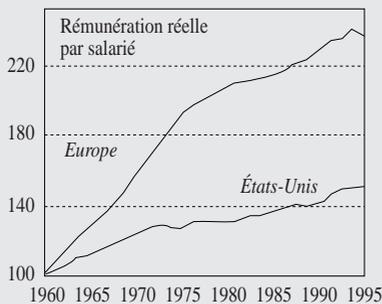
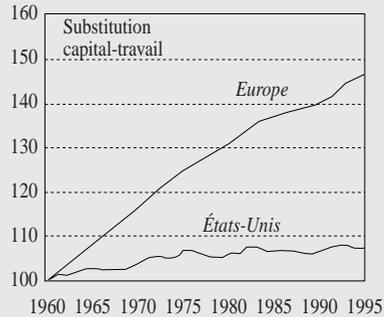
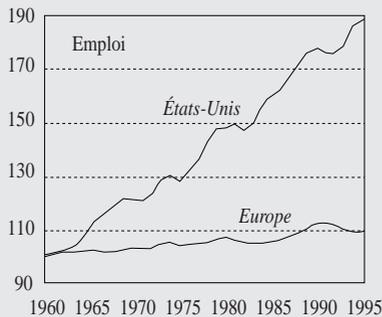
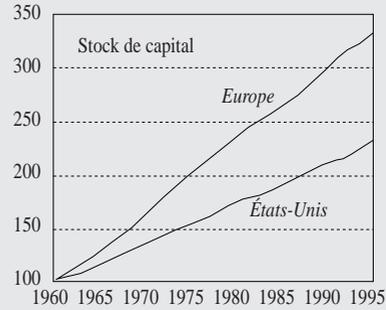
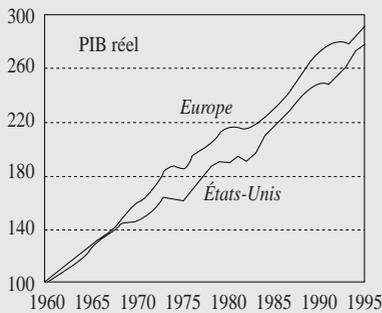
Le rapprochement entre les données macroéconomiques relatives aux États-Unis et à l'Europe débouche sur quelques faits marquants (CEE, 1998). La croissance américaine a été plus faible que la croissance

## 2. Une comparaison entre l'Europe et les États-Unis

Pour une croissance longue comparable, la productivité totale des facteurs augmente plus rapidement en Europe et la répartition entre facteurs de production est plus favorable à l'emploi aux États-Unis. L'Europe privilégie le salaire des personnes en place et l'accumulation du capital.

### 20. Emploi, productivité et substitution capital-travail

(indice 1990 = 100)



Source : Service de la Commission.

européenne de la crise du pétrole au milieu des années quatre-vingt. Elle tend à être plus forte depuis. La productivité globale des facteurs a augmenté plus fortement en Europe. La rémunération réelle moyenne par salarié a augmenté beaucoup plus rapidement en Europe. La substitution du capital au travail est beaucoup plus marquée en Europe qu'aux États-Unis.

Le rapport annuel de la Commission européenne sur la situation de l'Europe note à juste titre que la substitution du capital au travail n'est pas en soi un phénomène alarmant. En revanche, lorsque des ressources de main-d'œuvre disponibles demeurent inemployées, comme cela a été de plus en plus le cas en Europe, un manque d'ajustement du marché du travail oblige les entreprises à poursuivre une importante substitution du capital au travail afin de préserver leur compétitivité grâce à des hausses de productivité. Si la croissance macroéconomique n'est pas assez forte face aux gains possibles – et nécessaires – de la productivité du travail, le nombre d'emplois devient structurellement insuffisant.

### *L'impact des nouvelles technologies de la communication, l'exemple américain*

La question du rôle des nouvelles technologies dans la productivité a fait l'objet de controverses que nous avons déjà évoquées dans la première partie de cette étude. Au moment où l'informatique s'implantait largement dans l'ensemble du système productif, depuis le milieu des années soixante-dix, les gains de productivité du travail et de productivité globale des facteurs se sont tassés.

Une analyse détaillée de l'économie américaine conduite par le *Conference Board* (McGuckin, Stizoh et van Ark, 1997) montre en fait que l'impact de l'informatique est positif, mais qu'il faut pour observer cette relation entrer dans une analyse sectorielle et ne pas se contenter d'examiner les chiffres globaux. Lorsqu'on distingue les secteurs qui utilisent les ordinateurs et ceux qui les produisent, on constate que les nouvelles technologies de l'information apportent effectivement une contribution importante à la croissance et à la productivité globale.

Les auteurs font observer que pour beaucoup de secteurs, la révolution informatique est surtout une affaire de substitution. Les firmes réagissent à la baisse du prix des ordinateurs en investissant dans l'informatique plutôt que dans d'autres facteurs plus coûteux comme le travail ou d'autres formes de capital. Il en résulte une augmentation de la productivité du travail mais pas de la productivité globale.

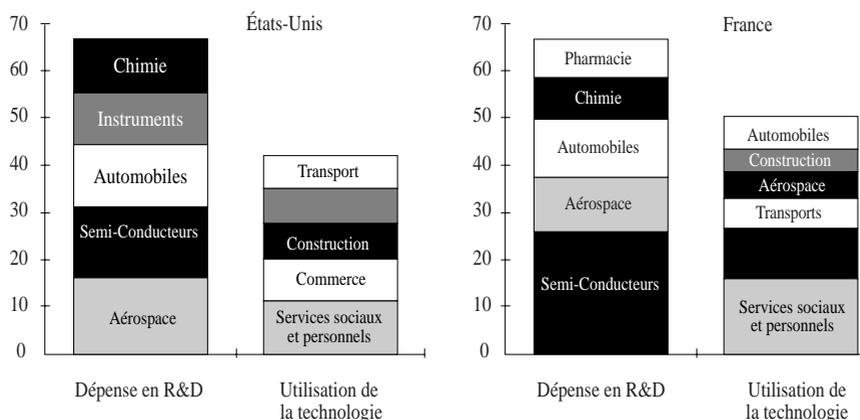
On constate ce résultat en comparant l'évolution de la productivité dans les secteurs industriels qui ont investi fortement en informatique et dans les autres secteurs. Avant 1973, les gains de productivité du travail étaient proches dans les deux groupes de secteurs, de l'ordre de 3 % par an. Après

la période de fort investissement informatique, les gains de productivité annuels ont augmenté à 5,7 % par an dans les années quatre-vingt-dix dans les secteurs fortement utilisateurs alors que dans les secteurs faiblement utilisateurs, les gains de productivité du travail sont restés de l'ordre de 3 % par an (ils ont même légèrement reculé).

La révolution informatique influence aussi la croissance de la productivité nationale par le rôle joué par le secteur producteur des nouvelles technologies. Le secteur de la production des ordinateurs a connu une croissance très forte de la productivité totale des facteurs, de l'ordre de 3 % par an, grâce à la rapidité et à l'intensité du progrès technique. Malgré sa faible taille dans l'ensemble de l'économie (moins de 3 %), ce secteur a été responsable d'un tiers de l'accroissement de la productivité globale des facteurs dans l'économie nationale américaine dans les années quatre-vingt. Il constitue ainsi une source significative de la croissance économique.

Les auteurs ont décomposé l'économie en 34 secteurs, puis ils ont classé ces secteurs en fonction de l'intensité d'investissement en matériel informatique. L'informatique apparaît comme fortement concentrée dans les secteurs de services (particulièrement dans la distribution, la banque et assurance et dans l'immobilier), ainsi que dans un petit nombre de secteurs industriels (5 sur 21, qui représentent moins de 40 % de la production industrielle totale). Les enquêtes conduites par l'OCDE montrent que le matériel de traitement de l'information et de la communication est aussi concentré dans certains secteurs spécifiques particulièrement dans les services (figure 21) au Canada, en France, au Japon et au Royaume-Uni.

### 21. Les dépenses de R&D et l'utilisation des nouvelles technologies sont surtout transférées aux services



Source : Commission européenne (1997) « Second European Report S&T indicators 1997 », p. 51.

Le prix des matériels informatiques a reculé massivement au cours des vingt dernières années, de 17 % par an de 1975 à 1996, alors que le prix des équipements traditionnels augmentait d'environ 2 % par an. En réaction à cette baisse de prix, les entreprises ont investi fortement en ordinateurs, la part de l'informatique dans le total des investissements passant de zéro à 27 % en une vingtaine d'années.

Dans les secteurs fortement utilisateurs, avec l'énorme recul des prix des matériels informatiques, on pouvait s'attendre à ce que les firmes substituent le facteur dont le prix baisse aux autres facteurs devenus relativement plus coûteux. Quel a été l'impact sur la productivité ? La réponse dépend de la définition de productivité et de sa façon de la mesurer. La définition la plus large de la productivité, la productivité totale des facteurs, mesure l'augmentation de la production qui ne peut pas être attribuée à l'accroissement des quantités de facteurs de production (capital, travail et consommations intermédiaires) quantités ajustées pour tenir compte de leur qualité. La productivité du travail est le rapport l'ensemble de la production au seul facteur travail. Mais chaque travailleur peut produire plus, ce que traduit l'augmentation de la productivité du travail, s'il dispose de plus de machines ou de meilleurs outils de travail (substitution capital-travail), si la main-d'œuvre est mieux formée et plus efficace (qualité du travail) ou encore si le processus de production pris dans son ensemble s'améliore (productivité globale des facteurs). Le point essentiel est que l'investissement en matériel informatique augmente la productivité du travail mais pas nécessairement la productivité totale des facteurs. Pour étudier ce qu'il en a été, il faut mesurer les différentes productivités.

L'approche retenue par les auteurs pour repérer l'effet des ordinateurs sur le rythme des gains de productivité est de comparer les gains de productivité des secteurs fortement utilisateurs d'équipement informatique et les autres plus faiblement utilisateurs. Dans les deux secteurs, la productivité globale des facteurs a nettement ralenti depuis le début des années soixante-dix, mais les secteurs fortement utilisateurs d'informatique obtiennent des gains de productivité plus élevés. Pour limiter l'incidence du biais de mesure qui touche plus particulièrement les secteurs de service en croissance rapide (fortement utilisateurs d'informatique), la comparaison a été aussi conduite pour l'industrie manufacturière où le partage entre volume et prix est plus fiable. On constate que depuis 1980, la productivité du travail a augmenté beaucoup plus rapidement dans les secteurs fortement utilisateurs d'informatique que dans les autres secteurs. Le même mouvement peut être observé aussi pour l'ensemble de l'économie, mais il est beaucoup moins net, ce qui pourrait s'expliquer par la sous-estimation du volume de production (et de la productivité) dans les secteurs de services. Dans l'industrie, l'écart de gains de productivité entre secteurs fortement et faiblement

utilisateurs d'informatique s'est encore accentué dans les années quatre-vingt-dix. Si on se tourne maintenant vers la productivité totale des facteurs, on constate qu'il n'y a pas de relation claire entre la croissance des équipements informatiques et l'augmentation de la productivité totale des facteurs.

Ces résultats suggèrent que l'investissement informatique augmente bien la productivité du travail mais pas nécessairement la productivité totale des facteurs dans les secteurs utilisateurs. Ce résultat est cohérent avec l'hypothèse de substitution des facteurs. Si les secteurs fortement utilisateurs d'informatique ne font que substituer un facteur de production à un autre, il y a substitution des facteurs (substitution capital travail et substitution entre catégories de capital) mais pas nécessairement augmentation de la productivité totale des facteurs.

L'analyse doit aussi prendre en compte le secteur producteur des biens porteurs des technologies nouvelles de l'information. L'étude du *Conference Board* montre que la productivité globale des facteurs est en forte augmentation dans les secteurs de l'informatique depuis le début des années quatre-vingt-dix. Or, le rôle du secteur des nouvelles technologies de l'information dans l'économie globale s'est nettement renforcé. La croissance de la productivité globale de l'ensemble de l'économie s'est légèrement redressée dans les années récentes à 0,3 % par an ; les gains de productivité globale dans le secteur des nouvelles technologies de l'information ont bondi à 2,2 % par an. Malgré la faiblesse de son poids, ce secteur joue un rôle important dans la productivité globale de l'ensemble de l'économie. Dans les années quatre-vingt, il comptait pour un tiers des gains de productivité globale des facteurs de l'ensemble de l'économie. Dans les années quatre-vingt-dix, sa part est revenue à 20 % en raison du redressement des gains de productivité globale dans les autres secteurs. Il reste que le secteur de production des nouvelles technologies de l'information joue un double rôle crucial dans l'économie. Un rôle d'apporteur de gains potentiels de productivité du travail (mais pas de productivité globale) dans les secteurs utilisateurs et un rôle d'apporteur de gains de productivité globale (mais pas nécessairement de gains de productivité du travail) à l'économie nationale directement en tant que secteur producteur (tableau 25). Il est donc important pour un pays, notamment pour le niveau de l'emploi, de bénéficier de ces deux contributions.

### *La France est-elle en retard en matière d'investissement en matériel informatique ?*

L'investissement en nouvelles technologies s'avère, en France comme aux États-Unis, la composante la plus dynamique de l'investissement. Mais cet investissement est nettement plus faible en France qu'aux États-Unis (Rexecode, 1998). La question est posée de savoir si ce retard pèse sur

l'efficacité de la combinaison productive et donc sur la croissance économique. Une analyse sectorielle fine de la productivité globale des facteurs en France doit aussi distinguer le rôle des secteurs producteurs de matériels informatiques et ceux qui en sont utilisateurs. Elle conclut que ce sont les secteurs producteurs de produits informatiques qui tirent les gains de productivité globale tandis que dans les secteurs utilisateurs (c'est-à-dire principalement les secteurs de services), la productivité globale est tendancielle en baisse. Revenons plus en détail sur ces différents points.

### 25. Les sources de la croissance dans le secteur producteur de l'informatique aux États-Unis

	1947-1973	1973-1979	1979-1991
Taux de croissance de la production	3,4	3,4	2,3
dont :			
contribution du capital	0,6	0,7	0,4
contribution du travail	0,5	0,8	-0,3
contribution des matières (inputs)	2,1	2,1	-0,1
Productivité globale des facteurs	0,2	-0,2	2,2

### 26. L'investissement en France et aux États-Unis

*En % de la valeur ajoutée*

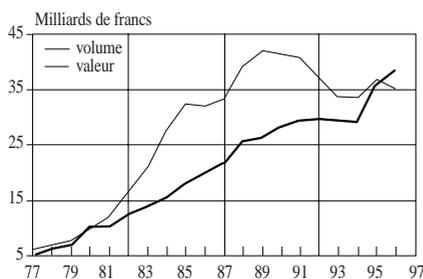
	États-Unis <sup>(1)</sup>			France <sup>(2)</sup>		
	1975	1985	1996	1975	1995	1996
Investissement productif privé	13,9	16,0	13,7	16,8	14,8	14,1
dont investissement en informatique	1,9	3,3	3,4	nd	1,1	0,8

(1) Le champ est le secteur privé.

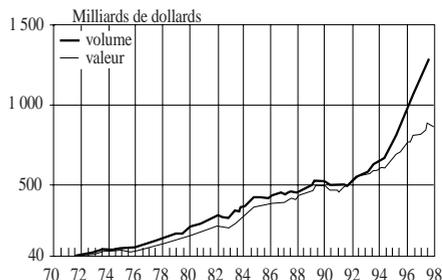
(2) Le champ est l'ensemble des SQS-EI, des établissements de crédit et des entreprises d'assurance.

Sources : US Department of Commerce et INSEE.

### 22. Investissement en informatique en France et aux États-Unis



Source : Rexecode.



La composante la plus dynamique de l'investissement des entreprises est l'investissement en produits de l'informatique. Comparée aux États-Unis, la France accuse un net retard en matière d'équipement informatique comme l'indique clairement le tableau (la différence de champ entre les deux comptabilités nationales ne suffit pas à rendre compte de l'écart). La part de l'investissement en informatique est de 6 % en France contre plus de 20 % aux États-Unis. Certes, en comptabilité française, l'investissement en informatique ne comprend pas la part des dépenses en logiciels considérées comme des consommations intermédiaires (c'est le cas à la fois pour tous les progiciels dédiés et pour les logiciels développés en propre par les entreprises). Cependant, d'après l'INSEE, l'impact pour l'année 1992, en base 1990, du reclassement de ces dépenses de logiciels en FBCF serait de l'ordre de 10 milliards de francs. Après cette correction, la part de l'investissement en informatique dans le total de l'investissement productif ne passerait donc que de 6 à environ 7 %. L'écart reste donc important.

### *Le retard de la France vis-à-vis des États-Unis en investissement informatique est-il préjudiciable à la croissance de l'économie ?*

De ce qui précède, on peut retenir que la France présente un certain retard d'investissement par rapport aux États-Unis dans les produits de l'informatique. D'une part, le taux d'investissement dans ces produits est nettement plus faible, d'autre part, l'accélération de l'investissement informatique depuis le début des années quatre-vingt-dix a été nettement plus forte aux États-Unis qu'en France.

Quel peuvent être les conséquences de ce retard sur la croissance de l'économie? Étant donné que l'investissement en matériel informatique ne s'est pas traduit par de forts gains de productivité aux États-Unis, on pourrait conclure que notre retard en investissement informatique ne devrait pas peser sur nos propres gains de productivité. Mais cette conclusion mérite examen à la lumière des analyses de productivité présentées précédemment pour les États-Unis.

La distinction de trois grands types de secteurs (les secteurs producteurs de produits informatiques, les secteurs utilisateurs de l'informatique et les secteurs non utilisateurs) permet de conclure que les gains de productivité globale des facteurs sont fortement concentrés dans les secteurs producteurs de produits informatiques, qu'ils ne se répercutent pas aux secteurs fortement utilisateurs.

L'analyse vaut-elle aussi pour la France ? Pour cela nous distinguons les secteurs producteurs, les secteurs utilisateurs des autres et comparons leurs gains de productivité respectifs. Les secteurs qui investissent le plus en informatique sont les secteurs producteurs eux-mêmes, les services aux entreprises, les services d'assurances et les organismes financiers.

## 27. Investissement en matériel informatique par branche en 1996

*En milliards de francs*

Services marchands aux entreprises	25,5
Services marchands aux particuliers	2,4
Locations immobilières	1,9
Commerce	1,3
Matériels électriques et électroniques	1
Assurances	0,8
Services financiers	5,2
Autres	2,8
<i>Total</i>	<i>40,9</i>

Le total de l'investissement en matériel informatique représente 41 milliards de francs en 1996 dont plus de 60 % correspond à l'investissement informatique de la seule branche des services marchands aux entreprises. Les organismes financiers investissent dans ce type de produits à hauteur de 5 milliards de francs en 1996. Viennent ensuite les secteurs des services marchands aux particuliers, les assurances, le secteur de l'immobilier et le commerce.

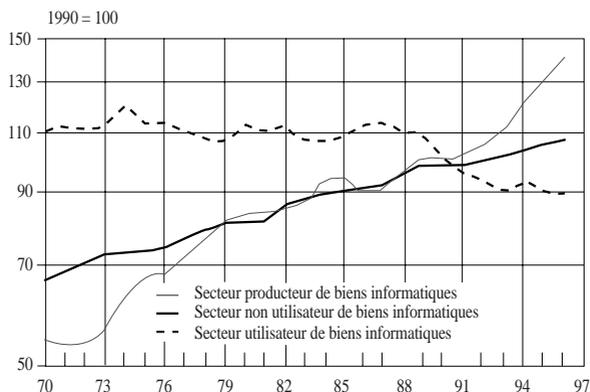
Le taux d'investissement des secteurs en matériel informatique (ratio investissement informatique-valeur ajoutée du secteur), permet de distinguer les secteurs utilisateurs des non utilisateurs (selon que le ratio est ou non supérieur à 1 %).

Les secteurs qui investissent le plus en matériel informatique sont : les secteurs industriels des matériels électriques et électroniques, des services aux entreprises, des services d'assurances et les organismes financiers. Le premier secteur est le secteur producteur d'informatique, qui est donc à la fois le secteur producteur et un secteur fortement utilisateur de matériel informatique. Les deux autres secteurs qui sont fortement utilisateurs sont deux secteurs de services.

L'analyse de la productivité globale à un niveau sectoriel assez fin en 35 secteurs permet de distinguer le secteur producteur de matériel informatique (agrégé au niveau du secteur industriel des producteurs de matériel électrique et électronique) des secteurs utilisateurs.

Le secteur producteur de matériel informatique est celui qui gagne le plus en productivité globale. Le graphique suivant montre bien que les résultats constatés aux États-Unis se retrouvent aussi en France : seul le secteur producteur a effectivement vu sa productivité globale s'accélérer depuis le début des années quatre-vingt dix. Dans les secteurs utilisateurs, la substitution du capital au travail, motivée par la baisse des prix relatifs des ordinateurs, n'a pas conduit à des gains de productivité horaire du

### 23. La productivité globale des facteurs par secteurs



Source : Rexecode 1998.

travail suffisants pour compenser la baisse de productivité du capital. Au total, la productivité globale des facteurs est en recul (figure 23).

L'investissement en informatique est porteur de croissance pour les secteurs producteurs des biens des nouvelles technologies. Ces secteurs sont au centre de toute réflexion sur le progrès technologique dans la période actuelle.

#### La France doit-elle et peut-elle copier le système d'innovation américain ?

Dans un rapport récent, l'OCDE a recommandé une comparaison systématique des systèmes d'innovation afin de détecter les dispositions réglementaires et les pratiques des organismes de recherche et des firmes susceptibles d'être adoptées par d'autres pays (OCDE, 1998). Traditionnellement la supériorité américaine est rattachée à trois caractéristiques. Peut-on les acclimater en France ?

#### *Favoriser la densité des relations entre recherche publique et entreprises innovatrices*

Selon une première interprétation, le système d'innovation américain serait plus orienté vers les besoins du secteur privé grâce à un meilleur équilibre du partage entre R&D publique et privée. De fait, il ressort que les deux systèmes sont plus proches qu'il n'y paraît, dans la mesure où la part du financement public est importante dans les deux pays et que par ailleurs les domaines de spécialisation sont finalement proches, favorisant l'aérospatial et les secteurs liés aux dépenses de l'État, par opposition à des pays tels que l'Allemagne et le Japon qui privilégient les sciences de

la matière et l'ingénierie des biens d'équipement. De plus, la répartition par grands secteurs des dépenses de R&D est finalement assez proche.

À un second niveau, nombre d'analystes s'accordent à reconnaître le rôle d'impulsion qu'a eu, aux États-Unis, le secteur de la recherche publique et son rôle dans les performances économiques (Narin, Hamilton et Olivastro, 1998). Le niveau et la progression de la productivité de l'agriculture américaine s'expliquent par exemple par les efforts très précoces de recherche universitaire et de politique publique de diffusion des innovations correspondantes auprès des agriculteurs. Plus récemment, les dépenses associées à la défense sont à l'origine de nombre des percées technologiques qui ont pu être reconverties en une série de nouveaux produits dans le domaine de l'informatique et des télécommunications civiles, lorsque les crédits des grands programmes liés à la « Guerre des étoiles » ont été diminués. L'Internet fournit un exemple d'un tel transfert.

La recherche publique « fondamentaliste » reste donc un facteur de base de l'innovation et certains économistes pensent que le rôle de la science sera plus important que par le passé dans les innovations porteuses pour les firmes. Cependant la qualité des liens entre les universités, les institutions publiques de recherche, les entreprises semble beaucoup moins assurée en France qu'aux États-Unis, ce qui ouvre certainement un domaine de réforme possible en France.

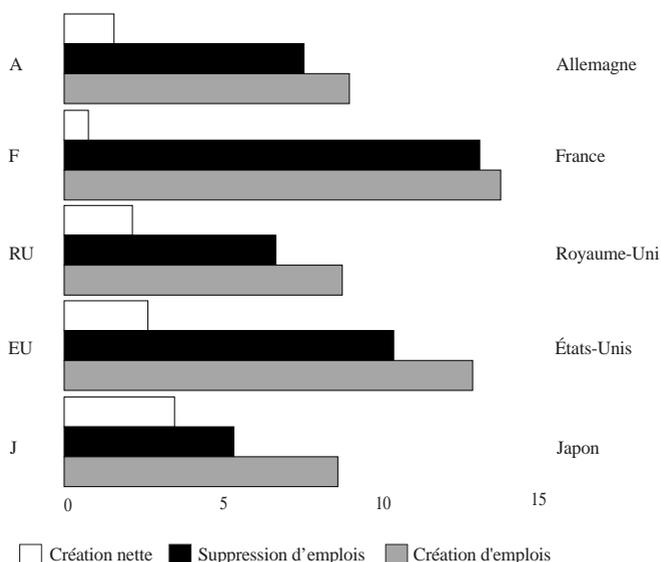
### **Des mobilités externes du travail comparables, des relations professionnelles en voie de recomposition**

On incrimine souvent le manque de dynamisme de la création d'entreprise et les « rigidités » du marché du travail pour expliquer les modestes performances françaises en matière de PMI innovantes. En fait, la création d'entreprises est extrêmement active en France, mais elle porte à titre principal sur les secteurs de services et de distribution et peu sur le domaine des hautes technologies. Mais il s'avère surtout que le taux de survie des firmes nouvelles est faible, de sorte que la question tient peut-être moins au manque d'entrepreneurs qu'à leur orientation et à la mise en œuvre et à l'entretien par les pouvoirs publics d'un terrain plus favorable à leur succès.

Le fonctionnement du marché du travail fait aussi apparaître des similitudes et des différences. Il est certes exact que les marchés du travail internes sont plus développés en France qu'aux États-Unis et que le dynamisme de la création nette d'emploi est sans commune mesure des deux côtés de l'Atlantique. Cependant, la mobilité brute des salariés est loin d'être faible en France. Des formes de contrats à durée déterminée et diverses formes d'emploi temporaire se sont développées, qui autorisent des ajustements de l'emploi. On constate notamment que de 1985 à 1992,

la création brute d'emploi a été aussi importante en proportion relative aux États-Unis qu'en France (figure 24). Le problème est que des suppressions d'emploi importantes sont venues presque annuler les gains nets d'emploi.

#### 24. La croissance de l'emploi et ses composantes entre 1985 et 1992



Source : Étude sur la recherche et le progrès, 1995.

On peut aussi légitimement s'interroger sur l'adéquation des relations professionnelles en France par rapport aux impératifs de l'innovation. Le système de négociations centralisées, soit nationales, soit de branche, semble moins adapté au nouveau contexte du système productif, ne serait-ce que parce que l'hétérogénéité des firmes est sans doute plus forte que par le passé et que les nouveaux découpages pertinents sur lequel devrait opérer la négociation salariale (par secteur, appartenance à un groupe, national ou encore européen) ne sont pas encore évidents. À nouveau le problème français serait moins quantitatif — une absence de mobilité — que qualitatif — une mauvaise aptitude du dialogue social à saisir les opportunités pour combiner innovations et création d'emplois. Certaines firmes sont parvenues à développer une forme originale de contrat salarial, fondé sur la reconnaissance et le développement des compétences, l'intéressement et les plans d'épargne entreprise. Mais contrairement à la période des « trente glorieuses », les innovations en matière de rapport salarial se diffusent trop lentement pour favoriser l'émergence d'un nouveau cercle vertueux conciliant innovation, croissance et emploi. Le déficit est ici organisationnel et institutionnel.

## *Un retard français et européen du capital-risque*

Les pays européens, dont la France et l'Allemagne, ont récemment pris conscience que des entreprises innovantes pouvaient ne pas voir le jour du fait de la difficulté d'accès au financement. Le capital-risque semble avoir joué aux États-Unis un rôle important dans les technologies de l'informatique et les biotechnologies, permettant aux percées de la recherche de se matérialiser en de nouvelles entreprises. Mais suffit-il de créer de tels fonds pour que soient levés les obstacles à l'innovation ?

Le rapport Guillaume (1998) apporte une réponse intéressante en soulignant certes qu'en proportion relative le capital-risque est beaucoup plus faible en France qu'aux États-Unis, mais que néanmoins la France est après le Royaume-Uni, le pays dans lequel les ressources financières mobilisées ont été les plus importantes (tableau 28). Il faut aussi se souvenir de ce que l'offre de capital risque ne suffit pas à susciter une demande de la part des entrepreneurs potentiels si les autres composantes du système d'innovation ne sont pas favorables. Si par exemple, les chercheurs et les enseignants du secteur public ne peuvent pas créer d'entreprises, si les firmes ne sont pas insérées dans les réseaux pertinents et si leur organisation interne répond moins bien aux formes contemporaines de la concurrence, le relèvement de la contrainte financière ne suffit pas à lui seul à susciter un dynamisme de création d'entreprises innovantes. L'innovation n'est pas un facteur isolable dans une économie. Elle est le signe d'un système globalement performant.

### **28. La France, au deuxième rang des pays européens en matière de capital-risque**

	Ressources levées 1996 (Mds d'écus)	Ressources levées 1986-1996 (Mds d'écus)	Investissements 1995 (Mds d'écus)	Investissements 1996 (Mds d'écus)	Investissements 1996 (%)
Royaume-Uni	3 738	25 653	2 633	2 973	43,7
France	1 061	11 697	851	849	12,5
Allemagne	340	5 168	666	715	10,5
Pays-Bas	1 400	3 271	467	593	8,7
Italie	727	4 884	253	510	7,5
Suède	50	1 862	86	420	6,2
Espagne	55	1 396	163	193	2,8
Belgique	185	1 429	111	109	1,6

Source : H. Guillaume (1998), « Rapport de mission sur la Technologie et l'innovation », p. 171.

Comme les systèmes d'innovation sont différents en France et aux États-Unis, l'un largement tiré par le marché, l'autre très centré sur les interventions publiques, on ne peut pas considérer qu'une même mesure produira les mêmes effets (Amable *et alii*, 1997, déjà cité). Il importe donc d'améliorer simultanément l'ensemble des composantes du système français pour qu'effectivement la création du capital-risque déclenche le cercle vertueux attendu.

## Un renouveau souhaitable des politiques d'innovation

Au terme de cette revue de la recherche économique sur la place et le rôle de l'innovation dans la croissance et la création d'emploi, il paraît possible de dégager quelques principes qui pourraient fonder les orientations générales d'une politique de relance de l'innovation. Certaines analyses font l'objet d'un assez large accord parmi les économistes. D'autres questions demeurent plus ouvertes, soit qu'elles participent de visions différentes, soit qu'elles ne puissent pas être tranchées en l'état actuel de l'information. On distinguera ces deux ensembles, étant entendu que les orientations suggérées demeurent générales et qu'il resterait à les transposer en propositions plus précises d'action budgétaires ou réglementaires.

Une conclusion qui apparaît unanime est que le moment est particulièrement favorable à une relance des politiques d'innovation en France. L'innovation est en effet le résultat de stratégies de firmes dans un système d'incitations microéconomiques, mais aussi de déterminants macroéconomiques. S'il est reconnu que le volume de la recherche privée répond comme tout investissement aux espoirs de rentabilité, le rôle des anticipations de croissance économique est moins pris en compte par les spécialistes du changement technique. Or, une étude comparative de dix-sept économies de l'OCDE sur la période 1965-1996 a fait ressortir que la croissance est un facteur explicatif essentiel de la recherche privée. L'effort de recherche augmente dans les phases de croissance plus forte et il ralentit dans les phases de stagnation économique (OCDE, 1998, pp. 85-86). Cette influence passe par les contraintes de liquidité comme par la formation des anticipations (elle se manifeste sur le plan économétrique par une élasticité à court terme de 0,8 et à long terme de 1,7). Ainsi serait-on tenté d'avancer un nouveau théorème de la croissance cumulative : « la qualité de la politique macroéconomique d'aujourd'hui fait l'innovation de demain, et l'innovation de demain fait la croissance et l'emploi d'après-demain ».

À condition que s'enclenche un cercle vertueux l'innovation, la croissance et l'emploi s'entraînent mutuellement. Une condition de réussite d'une politique de l'innovation est ainsi qu'elle s'insère convenablement

dans une politique économique générale autorisant une croissance suffisante et durable. Les perspectives européennes, redevenues plus favorables, ouvrent aujourd'hui l'espoir d'entrer à nouveau dans cette chaîne vertueuse. Mais il convient pour cela d'être tout particulièrement attentif aux formes nouvelles de développement de l'innovation et du système productif. C'est le sens de cette étude et des orientations qu'elle suggère.

## Six orientations générales

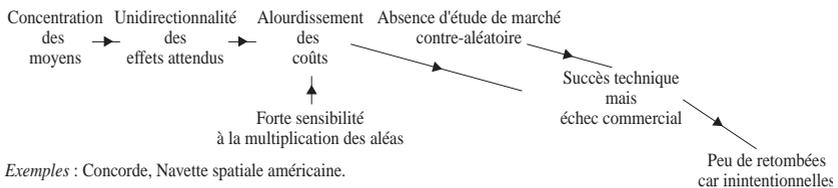
Six orientations générales semblent reposer sur suffisamment d'éléments empiriques pour être posées de façon à peu près assurée.

### Adapter les formes d'interventions publiques aux exigences nouvelles de la production

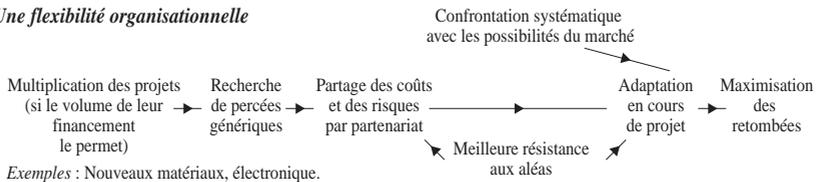
Jusqu'aux années soixante-dix, la plupart des grands pays industrialisés, et tout particulièrement la France, avaient l'habitude de recourir à de grands projets centrés sur des missions de service public ou liés à la défense. Au cours des deux dernières décennies, ces programmes ont montré leurs limites : extrême concentration des moyens au détriment d'usages tournés vers la consommation privée, trop grande focalisation des effets attendus, fréquents alourdissements des coûts, prise en compte insuffisante des retombées pour le secteur privé ou civil (figure 25). Plusieurs pays ont ainsi réduit le nombre et le volume de ces programmes et certains ont même reconsidéré les finalités même de l'action publique.

### 25. Des anciens aux nouveaux principes de politiques technologiques

#### La rigidité et les risques des grands projets



#### Une flexibilité organisationnelle



Source : Amable, Barré et Boyer (1997), p. 325.

En un sens, les pouvoirs publics ont dû s'adapter à l'évolution des conditions de la production (qualifié précédemment de nouveau « paradigme productif ») et rechercher des formes d'intervention originales : multiplication de projets de plus petite taille impliquant non seulement de grandes entreprises mais aussi des PMI et PME, accent mis sur la recherche de technologies génériques susceptibles de s'appliquer à un très vaste ensemble de produits et de secteurs, attention plus grande aux études préalables de marché, enfin plus grande souplesse d'organisation permettant d'ajuster le programme au gré des aléas rencontrés. Par contraste avec les grands programmes du passé, les retombées se trouvent alors multipliées et diversifiées et nombre de rigidités sont levées ou tout au moins partiellement surmontées. Cela ne signifie pas que les programmes publics ne soient plus nécessaires mais qu'ils doivent changer de formes afin de tenir compte du basculement de paradigme. L'argument porte particulièrement pour la France, pays pour lequel l'impulsion étatique est de longue date au cœur du système d'innovation.

Ce changement des pratiques ne dispose certes pas encore de la théorie ni des indicateurs qui permettraient de le justifier pleinement, mais il semble suffisamment profond et assuré. Une nouvelle doctrine des interventions publiques devrait être explicitée afin d'éclairer et de stimuler l'ensemble des acteurs concernés.

### **Allier coopération et concurrence en favorisant les systèmes interactifs et la formation de réseaux de recherche et d'innovation**

Depuis plus d'une décennie, l'organisation en réseaux a connu un développement très significatif en matière de recherche scientifique et technique. Le fait que des entreprises s'allient avec certains de leurs fournisseurs et de leurs clients, voire certains de leurs concurrents pour des objectifs limités communs, tend à modifier les frontières traditionnelles entre coopération et concurrence. Le modèle vertical (la grande firme donneuse d'ordre) et linéaire (de la science à la technique puis à l'innovation) tend à céder la place à une configuration beaucoup plus interactive. Un nombre croissant d'observations empiriques tend à montrer que le rendement économique de l'innovation est alors bien supérieur à celui d'une recherche isolée ou de grands programmes technologiques conduits à des fins de défense ou de missions de service public.

Il convient donc de favoriser délibérément l'organisation de réseaux dans la mesure où le rendement social de la recherche s'en trouve maximisé. C'est ainsi par exemple que dans le domaine de la recherche universitaire et de la connaissance, le choix passé d'une forte concentration de moyens sur une grande bibliothèque nationale devrait être à l'avenir

vigoureusement relayé par le soutien de bibliothèques universitaires décentralisées mieux pourvues et largement accessibles et de réseaux facilitant l'accès aux documents scientifiques où qu'ils soient.

La France dispose d'un potentiel scientifique et technologique important. Le couplage de ces découvertes et de ces connaissances avec les activités industrielles devrait cependant être amélioré et il peut l'être. Le cloisonnement est encore trop marqué entre l'enseignement supérieur et les organismes de recherche, entre les organismes de recherche eux-mêmes et surtout entre enseignement et recherche publics et secteur productif. En outre, le dispositif de transfert et de diffusion de la technologie paraît plus adapté aux grands groupes qu'aux PME. On rejoint ici les préoccupations exprimées par le rapport Guillaume aux conclusions duquel on renvoie le lecteur.

Pour la recherche plus appliquée, il n'est certes pas aisé d'influencer un choix qui appartient à l'entreprise privée, mais certains programmes européens ont d'ores et déjà ouvert la voie à ce type de stratégie publique et le critère de la mise en réseau peut-être l'un des éléments pris en compte dans l'attribution des aides publiques.

### **Au-delà du renforcement des secteurs des technologies nouvelles, les besoins sociaux traditionnels sont aussi des sources potentielles d'innovations créatrices d'emplois**

La quatrième partie de cette étude a attiré l'attention sur le retard des secteurs producteurs des nouvelles technologies de la communication en France et sur les enjeux qui lui sont associés en termes de croissance et d'emploi. Or il faut se souvenir que les efforts en termes d'aide à la R&D, entrepris tant en France qu'en Europe, depuis plus de 20 ans, n'ont pas livré les résultats attendus. Il y a donc lieu d'approfondir les causes de ce retard et les remèdes à envisager car il s'agit d'un point central de la croissance à moyen terme.

Cependant, une politique de l'innovation n'est pas seulement une politique visant les secteurs réputés à haute technologie scientifique. L'exemple américain témoigne aussi du dynamisme des créations d'emploi dans des secteurs de services qui utilisent largement les avancées techniques, mais qui ne sont pas considérés traditionnellement comme relevant de la haute technologie. C'est notamment le cas de certains secteurs de services et tout particulièrement du secteur de la santé. Si l'on entend privilégier l'emploi, il convient de ne pas ignorer cette configuration vertueuse entre innovation et croissance. Le cas de la santé pose certes de redoutables problèmes. Le financement de la santé, socialisé pour des raisons de justice et de protection sociale, bute aujourd'hui sur le niveau élevé des prélèvements obligatoires. Pourtant, l'enjeu en termes

d'emplois vaut aussi la peine d'être considéré. Un certain desserrement de la contrainte financière (budgets publics, efforts mutualistes, voire recours partiel au financement privé) pourrait libérer un potentiel d'innovation et souvent d'emplois dans le domaine de la santé, comme peut-être dans d'autres domaines sociaux, où la demande existe manifestement.

### **Renforcer les centres techniques, diffuser les innovations venues d'ailleurs et les convertir en sources de compétitivité nationale**

Il ne suffit pas d'innover, il faut aussi favoriser la diffusion des innovations, point sur lequel il importe d'insister, même s'il ne constitue pas le cœur des analyses du présent rapport.

S'il existe de façon générale en France un grand nombre de structures d'appuis techniques, il s'avère que celles-ci n'atteignent pas toujours la taille critique et probablement pas l'efficacité maximum si elles restent isolés. Or aujourd'hui, les programmes de recherche et d'innovation se définissent et s'effectuent de plus en plus en réseaux nationaux, voire au niveau européen. Le renforcement de ces réseaux pourrait être plus activement recherché.

Mais la diffusion des innovations devrait concerner tout autant les aspects organisationnels que les nouvelles techniques, de sorte que cette recommandation présente une portée beaucoup plus générale. On se souvient que la croissance de l'après-guerre a été facilitée par la diffusion des méthodes de production observées aux États-Unis, méthodes ensuite adaptées au contexte social et institutionnel propre à chaque pays. De nos jours, les meilleures pratiques en matière de gestion de la recherche et de l'innovation s'observent non plus seulement aux États-Unis mais aussi dans d'autres pays. C'est donc à juste titre qu'un rapport récent de l'OCDE s'est concentré sur la détection des meilleures politiques en matière de technologies, de productivité et de création d'emplois (OCDE, 1998).

Il s'agit non pas d'importer un système complet clés-en-main, mais plutôt d'adapter et d'acclimater les formes d'intervention qui se sont avérées les plus efficaces, quitte à transposer leur point d'application et les outils précis d'incitations ou d'interventions réglementaires. À la lumière de l'expérience américaine, certains suggèrent par exemple que les Instituts Universitaires de Technologie, autant voire plus que les Universités, deviennent le vecteur d'une politique d'interactions croissantes entre le système éducatif public et des PMI-PME innovantes et d'aide à la création de nouvelles entreprises.

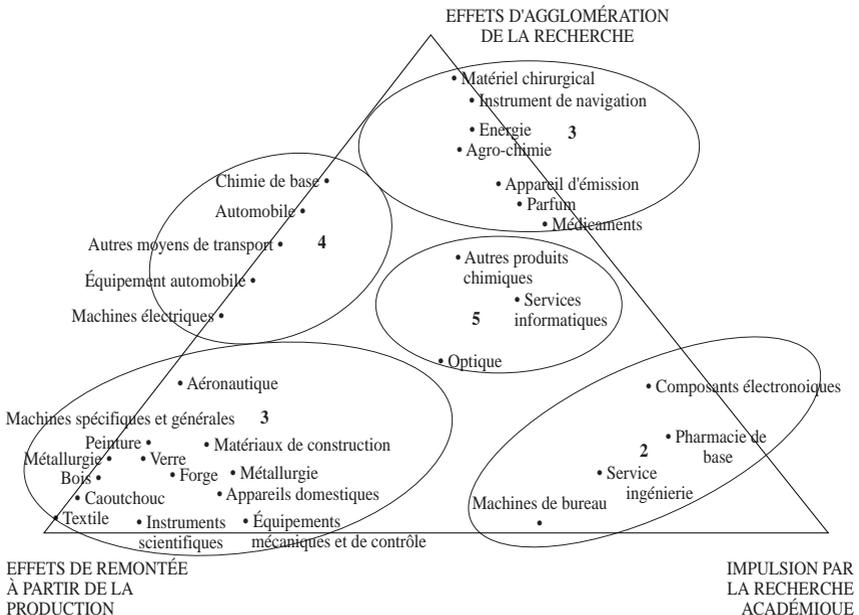
L'exemple précédent suggère peut-être aussi qu'à l'image des « missions-productivité » de l'après-guerre, des « missions-innovation » associant les

divers partenaires du secteur privé et les administrations publiques devraient être encouragées afin de tirer parti des idées technologiques et organisationnelles qui naissent un peu partout dans le monde. Le Commissariat Général du Plan pourrait faciliter et coordonner ces missions.

## Les interventions publiques et les politiques d'aménagement du territoire devraient respecter les quatre logiques de localisation de l'innovation

Si la dépendance mutuelle entre innovation et croissance paraît assez bien établie, les canaux précis par lesquels l'innovation émerge et se propage restent plus mystérieux. Par ailleurs, il est fréquent que chaque région cherche à attirer les mêmes activités de recherche et privilégie une conception encore basée sur le modèle linéaire, qui fait de la science le point de départ de toute innovation. Or une étude récente de la localisation de la recherche développement dans les régions françaises (Lung, 1997) montre la coexistence de quatre logiques de l'innovation (figure 26). Chacune a des implications différentes pour la politique d'aménagement du territoire qui devrait s'inscrire dans l'une ou l'autre de ces logiques, et non pas chercher à les contrarier.

### 26. Les différentes logiques de la localisation de la R&D industrielle en France



Source : Graphique établi d'après les résultats économétriques de Yannick Lung (1997), pp. 30-31.

- Selon une première logique, le système académique et la recherche fondamentale qu'il conduit peuvent être le point de départ et d'impulsion de la recherche appliquée des firmes. Mais il ne s'agit pas là d'une situation générale. Trois secteurs semblent obéir à ce modèle : la pharmacie de base, les composants électroniques et les services d'ingénierie.

- Un deuxième modèle met l'accent sur les effets d'agglomération qui résultent des choix spontanés de localisation de laboratoires privés, selon une logique qui rappelle celle des districts industriels. Entrent dans cette catégorie les secteurs du matériel chirurgical, des instruments de navigation, de l'énergie et de l'agrochimie, des appareils de mesure, des parfums et des médicaments.

- Selon une troisième logique, la recherche et le développement peuvent se localiser au voisinage des activités classiques de production, ce qui suggère l'existence d'un progrès technique privilégiant l'apprentissage par la production. Nombre de secteurs industriels appartiennent à ces catégories, du textile à l'aéronautique en passant par les machines spécifiques, les instruments scientifiques, le verre, la métallurgie.

- On trouve encore d'autres secteurs tels que l'automobile dont la R&D serait à mi-chemin entre les effets d'agglomération et la dépendance vis-à-vis de la production, ou encore tels que les services informatiques ou l'optique qui se trouvent à égale distance entre ces trois logiques d'innovation.

Les enquêtes innovations font par ailleurs apparaître le rôle central de la demande, de la concurrence et du marché comme source et comme stimulant de l'innovation. Ces observations conduisent à deux conclusions : d'une part, il est important que les interventions publiques ne s'inspirent pas d'un modèle unique mais qu'elles soient conçues en fonction des modes de développement propres à chaque activité, ou bien encore qu'elles restent suffisamment générales pour s'adapter aux besoins de toutes les activités. Cela peut être notamment le cas des aides fiscales ou des incitations à la création des entreprises innovantes. D'autre part, les politiques d'aménagement du territoire doivent s'efforcer d'intégrer les logiques sectorielles de localisation afin d'en renforcer les effets. Sinon le risque est grand que l'objectif de rééquilibrage du potentiel d'innovation des régions se heurte à une détérioration de l'efficacité du système d'innovation dans son ensemble.

### **Conditionner l'augmentation des moyens alloués à la recherche et l'innovation à l'établissement de procédures d'évaluation économique**

Il pourrait être tentant de considérer que le retard pris dans les années quatre-vingt justifie un accroissement des fonds publics dirigés vers la recherche et l'innovation. Or, on l'a déjà souligné, la reprise économique

va inciter les firmes à reprendre spontanément les efforts de recherche et d'innovation, de produit notamment. On doit aussi considérer qu'il faudra sans doute trouver de nouvelles formes d'intervention publique susceptibles de se substituer aux grands programmes militaires du passé. Certaines réformes récentes des politiques nationales telles que celles des Pays-Bas peuvent constituer ici des références utiles.

Il n'est pas douteux que l'État a un rôle à jouer dans la stimulation de la recherche scientifique et technologique. Cependant l'intervention publique implique aussi un prélèvement préalable de ressources sur le secteur marchand. D'un côté, elle peut renforcer la compétitivité d'un secteur particulier, de l'autre elle pèse sur la capacité d'initiative de l'ensemble des entreprises. La dérivation de ressources ne disqualifie pas l'intervention publique. Elle implique toutefois une grande rigueur dans le choix des programmes et dans l'évaluation des résultats. L'analyse économique propose pour cela des critères. L'engagement de ressources collectives est justifié pour un projet de recherche technologique public si aucune entreprise n'a intérêt à l'entreprendre seule parce que les retombées économiques qu'elle peut en attendre pour elle-même sont inférieures à son coût, et si d'autre part les retombées du projet pour l'ensemble de l'économie dépassent le coût du programme, les coûts et les retombées étant évalués en conformité avec le taux d'actualisation en vigueur.

Ce genre de situation se présente effectivement dans le domaine de la recherche et de l'innovation parce que les effets externes favorables peuvent être nombreux. Mais si l'État engage des ressources pour des projets que des entreprises auraient pu rentabiliser elles-mêmes, il détourne ces ressources d'autres projets qui auraient été plus utiles à la collectivité nationale. Les projets publics de recherche devraient donc systématiquement faire l'objet d'une analyse économique, par comparaison aux autres projets alternatifs, mais aussi par comparaison aux autres moyens publics permettant de renforcer la compétitivité des entreprises ou d'accroître le bien être des consommateurs ou des citoyens, par exemple en allégeant le prélèvement fiscal.

Il est donc important de concevoir et de mettre en œuvre des procédures d'évaluation rigoureuses des interventions publiques. Dans ce bilan, il ne faut pas oublier que le système éducatif comme la recherche publique ont d'autres objectifs que la stimulation de l'innovation privée : la formation générale et l'avancée des connaissances devraient être aussi pris en compte explicitement dans toute procédure de type coût/avantage. De plus, la qualité, la diffusion et l'éducation déterminent à long terme une large part de la capacité innovatrice d'un pays, et à ce titre, appellent la plus grande attention de la part des pouvoirs publics. Ce thème n'a pas été traité par le présent rapport, mais il est essentiel et doit être pris en compte dans toute réforme du système d'innovation

## Cinq questions en débat

D'autres questions concernant les politiques d'innovation restent en débat parce que les objectifs poursuivis peuvent être très différents selon les acteurs et parce que les études économiques empiriques sont loin d'éclairer avec précision toute la complexité des enchaînements à l'œuvre.

### **Comment articuler politique de l'innovation et politique de la concurrence ?**

Les théories économiques traitant de la course aux brevets et des formes de la concurrence sur le marché des produits font apparaître certains aspects contradictoires de l'innovation. D'un côté, il convient d'encourager les créateurs et les innovateurs par exemple par la protection de la propriété intellectuelle. De l'autre, il faut aussi favoriser la diffusion de l'innovation pour en optimiser l'apport positif pour l'ensemble de la société. Un dilemme analogue concerne le rythme souhaitable de l'innovation. Si l'innovation est découragée, la croissance économique finit par se tarir. Si à l'opposé son rythme est trop rapide, l'innovation peut détruire plus de compétences, d'emploi et de capital qu'elle ne créera de nouveaux emplois et de nouvelles firmes. On pressent que pourrait exister un optimum du rythme d'innovation.

L'observation vaut encore pour l'organisation des marchés et son impact sur le rythme de l'innovation. L'Union européenne met en œuvre depuis l'origine une politique de la concurrence active, politique qui tend à s'imposer aux espaces nationaux. Aux États-Unis, l'idée a été avancée que la déréglementation du secteur des télécommunications (et dans une moindre mesure de celui des transports aériens) a été l'un des facteurs de dynamisme des nouvelles technologies et de l'information. En France, l'exemple du téléphone mobile confirme que la libération d'activités en devenir peut être source de croissance et d'emplois. La question se pose donc du degré optimum de concurrence par rapport à l'objectif d'innovation et de création d'emploi. Pour faire image on serait tenté d'avancer l'hypothèse d'une courbe de Laffer de la concurrence et de l'innovation : « Pas assez de concurrence tarit l'innovation, trop de concurrence peut aussi la tuer ».

La recherche de ces équilibres doit être adaptée à chaque secteur d'activité. Il conviendrait donc de mener en France des études sectorielles détaillées permettant de diagnostiquer les secteurs dans lesquels un meilleur encadrement de la concurrence pourrait s'avérer favorable à l'innovation, et les secteurs notamment de services dans lesquels un excès de réglementation bride aujourd'hui l'innovation et l'emploi.

## Comment répartir les moyens entre recherche scientifique et stimulation de l'innovation ?

L'une des caractéristiques des ressources affectées à la recherche et au développement en France est leur forte concentration. Les 100 premières entreprises, classées selon leurs dépenses intérieures de R&D, réalisent 68 % des travaux de recherche effectués par les entreprises. Quelques branches regroupent l'essentiel du potentiel de recherche et développement des entreprises. La répartition entre les secteurs d'activités du financement public de la recherche des entreprises est encore plus contrastée que celle de leur dépense de recherche. Le financement de programmes militaires et aéronautiques civils représente les trois quarts de l'enveloppe de ce financement public et les crédits publics sont concentrés sur trois grandes branches : la construction aéronautique (46 %), la fabrication d'instruments de contrôle et mesure (21 %) et la fabrication d'équipement de communication (10 %). La concentration sectorielle des crédits publics signifie que des transferts implicites de ressources intersectorielles sont organisées par l'État.

Les analyses précédentes ont aussi assez clairement montré que si les domaines de la recherche et de l'innovation sont en interaction, ils restent des domaines distincts. Un pays peut investir dans des laboratoires de recherche mais l'innovation industrielle peut demeurer faible. Inversement, une industrie peut faire preuve d'une grande capacité à réaliser et à vendre des produits conçus grâce à la recherche menée à l'extérieur de l'entreprise ou aux processus d'innovation interne. Il ne s'agit pas d'opposer la recherche et l'innovation qui ont entre elles beaucoup de complémentarité et peuvent entrer en synergie. Mais il faut garder à l'esprit que toutes les actions publiques qui mobilisent des ressources sont nécessairement concurrentes entre elles et qu'elles le sont plus encore dans un contexte de ressources budgétaires rares. La question se pose donc de l'équilibre à établir entre les différentes formes de soutien de la recherche et d'encouragement à l'innovation et notamment de la répartition des moyens entre recherche et innovation.

Le principal vecteur de l'innovation en France est l'Agence nationale de valorisation de la recherche et dans un ordre différent, les centres techniques industriels, au moins pour la partie financée par les taxes. Or les crédits de valorisation de la recherche (y compris les centres techniques) sont actuellement de l'ordre de 4 à 5 milliards de francs, face à des crédits publics de recherche dont le montant est de l'ordre de 80 milliards de francs. On sait aussi que les financements orientés vers le capital-risque et le capital-développement sont limités en France. La question pourrait donc être posée des enjeux (avantages et inconvénients économiques) d'un redéploiement éventuel des ressources de la recherche vers l'innovation. Cela suppose la mise en œuvre des procédures d'évaluation précédemment proposées.

Pour l'heure, la réponse à cette question ne fait pas l'unanimité. Il faut en effet aussi rappeler que certaines innovations radicales sont nées de la recherche fondamentale, qu'une grande partie des avancées technologiques américaines contemporaines trouvent leur origine dans des programmes qui ne débouchent que tardivement sur des applications civiles ou privées rentables. Le problème de la meilleure répartition des efforts publics entre recherche scientifique, applications et développement, aides à l'innovation ou au financement n'a pas aujourd'hui de solution assurée. Sur ce point encore, le débat reste ouvert.

### **Un essor du capital-risque serait-il suffisant pour lever les obstacles au dynamisme de l'innovation ?**

On peut considérer que l'innovation étant, par nature, plus risquée encore que l'investissement matériel, les systèmes financiers traditionnels prudents par nature, risquent de freiner l'innovation. Par ailleurs, certains analystes des systèmes d'innovation tirés par le marché considèrent aussi que la qualité du capital-risque est essentielle à la naissance et au renouvellement des firmes de haute technologie. Il fait peu de doute par ailleurs que les contraintes de liquidité expliquent une fraction importante des fluctuations de la R&D. Il n'est pas pour autant assuré qu'un simple relèvement de la contrainte financière suffirait pour faire affluer des innovateurs jusque là rationnés par le marché financier.

En effet, d'autres analyses montrent que le financement n'est que l'une des composantes d'un système d'innovation complexe qui comprend aussi les stimulants de l'esprit d'entreprise, l'organisation des universités et des centres de recherche et leur capacité à favoriser la création d'entreprise, le statut et la mobilité des chercheurs, le renouvellement rapide des firmes et des dirigeants ou les formes de gouvernement d'entreprise. C'est de la synchronisation de cet ensemble que le capital-risque tire son efficacité aux Etats-Unis. Or tel n'est pas le cas en France. Dès lors, ces analyses plaideraient en faveur de réformes parallèles favorisant la demande et pas seulement l'offre de capital risque. Des investigations plus approfondies seraient nécessaires, étant rappelé que le risque de sous-utilisation du capital-risque est aujourd'hui mineur par rapport au danger symétrique qu'impliquerait son absence.

### **Élargir le crédit d'impôt-recherche en un crédit d'impôt-innovation ?**

Compte tenu de son mécanisme, le crédit d'impôt recherche bénéficie proportionnellement davantage aux petites entreprises qu'aux moyennes et aux grandes. Il paraît donc bien correspondre à l'objectif d'un plus large soutien à apporter au tissu des entreprises moyennes ou petites en matière

de recherche. Cependant, la stabilisation des dépenses de recherche industrielle et le fait que la plupart des entreprises qui le pouvaient ont déjà utilisé le crédit d'impôt-recherche font que le montant de celui-ci tend à décroître chaque année. Entre 1993 et 1995, le volume financier total concerné est passé de 3,87 à 2,63 milliards de francs.

Par ailleurs, le crédit d'impôt recherche a été conçu à une époque dominée par le « modèle linéaire » imaginant l'innovation comme un sous-produit de la recherche. Les nouvelles tendances du système productif, le rôle croissant des dépenses d'innovation au-delà du strict effort de recherche justifieraient aujourd'hui un élargissement du dispositif d'incitation fiscale. Le principal obstacle tient à la recherche d'une définition de la base du crédit d'impôt plus large qu'aujourd'hui mais néanmoins suffisamment précise et objective pour être opératoire. Il est aussi une objection plus théorique. Si les pouvoirs publics subventionnent la recherche c'est parce qu'elle manifeste des externalités positives, l'unité correspondante ne pouvant pleinement internaliser les bénéfices de son activité. Ce n'est pas le cas lorsqu'une firme dépose un copyright, procède à une étude de marché, établit un nouveau design, achète des brevets, recourt à des consultants. En effet, en première approximation, les connaissances correspondantes sont assez complètement appropriables. On peut néanmoins considérer que le problème de définition du contenu et des limites de l'innovation a déjà été largement exploré par les statisticiens et les organisations internationales et qu'une transposition à la réglementation fiscale ne paraît pas hors de portée.

Sans être clos, ces débats méritent d'être poussés.

### **À l'ère de l'euro et de la mondialisation, une politique nationale d'innovation a-t-elle encore un sens ?**

On trouve dans la littérature sur le changement technique, l'idée que la nation perdrait de son importance en matière d'orientation de l'innovation. D'un côté, certains secteurs reposent sur des effets d'agglomération qui se déploient sur une base locale beaucoup plus restreinte que l'espace national : l'échange informel et la confiance sont les ingrédients essentiels de la cumulativité des compétences. D'un autre côté, certains secteurs tels que l'aéronautique, l'informatique, la pharmacie, sont de plus en plus organisés par un petit nombre de multinationales qui tendent à concentrer les compétences en leur sein, quitte à prélever certains des ingrédients essentiels sur les espaces nationaux les plus intéressants. La Nation serait donc doublement dépossédée de son initiative en matière d'innovation.

Mais ce point de vue ne fait pas l'unanimité. D'abord les spécialisations scientifiques, technologiques et économiques des divers territoires nationaux se seraient plutôt renforcées et non pas érodées. Ensuite, les multinationales, même les plus puissantes, restent toujours dépendantes

des infrastructures publiques, aux premiers rangs desquelles l'éducation et la recherche, pour ne pas parler du système de crédit ou de transports.

De plus et surtout, le lancement de l'euro redonne toute son importance aux politiques de compétitivité structurelle dès lors que les pays s'interdisent la facilité des ajustements monétaires. Alors que précédemment, des mouvements financiers pouvaient déplacer en un jour des avantages compétitifs accumulés sur plusieurs décennies, avec l'euro, l'innovation en terme de qualité, différenciation des produits et support de productivité devient le principal moyen pour éviter la généralisation de stratégies purement défensives, fondées sur la compétition par les salaires, l'érosion de la couverture sociale ou l'instabilité de l'emploi préjudiciable à la construction des compétences.

Enfin, certaines politiques de recherche et d'innovation, de construction d'infrastructures de communication peuvent manifester leurs externalités au niveau de l'Europe, ce qui justifierait un nouveau partage entre stratégie européenne et orientations nationales.

Ainsi se trouve posée la question de la subsidiarité des politiques d'innovation, tout comme d'ailleurs de celle des politiques de l'emploi.

## Références bibliographiques

- Aggeri F., Fixari D., et Hatchuel A. (1998) : « L'innovation à l'INRA. Vers de nouveaux principes d'intégration du rapport science/innovation », *Cahiers de Recherche*, n° 15, CGS, École des Mines, février.
- Aghion P. et Howitt P. (1998) : *Endogenous Growth Theory*, The MIT Press, Cambridge Mass.
- Amable Bruno (1995) : « Endogenous growth and cycles through radical and incremental innovations », *Working Paper CEPREMAP*, n° 9504.
- Amable Bruno et Boyer Robert (1992) : « L'Europe est-elle en retard d'un modèle technologique ? » *Économie Internationale*, n° 56, 4<sup>e</sup> trimestre, pp. 61-90.
- Amable Bruno et Boyer Robert (1992) : « The R&D-Productivity Relationship in the Context of New Growth Theories: Some Recent Applied Research », in *CAPRON Ed. Proceedings of the Workshop on Quantitative Evaluation of the Impact of R&D Programmes* (23-24 January 1992, Brussels), Commission of the European Communities, novembre , pp. 45-74.
- Amable Bruno, Boyer Robert et Lordon Frédéric (1995) : « L'ad hoc en économie : la paille et la poutre », in d'Autume et Carletier (eds) *L'Économie devient-elle une science dure ?*, *Economica*, Paris, pp. 267-290.
- Amable Bruno et Juillard Michel (1995) : *Innovation and endogenous growth : study of a long-term relationship in the USA*, Ronéotypé CEPREMAP, janvier.
- Ambassade de France (1998) : *L'emploi dans les secteurs des nouvelles technologies et de l'information aux États-Unis*, Ronéotypé Service des Affaires Sociales, Service de l'Expansion Économique aux États-Unis, Washington, février.
- Arthur Brian (1994) : « Increasing returns and path dependence in the economy », *The University of Michigan Press*, Ann Arbor.
- Aschauer D.A. (1989) : « Is public expenditure productive ? », *Journal of Monetary Economics* 23, mars, pp. 177-200.

- Ayres R.U., Dobrinsky E., Haywood W., Uno K. et Zuscovitch E. (eds) (1990) : *CIM : Economic and Social Impacts*, IIASA, Laxenburg.
- Barro Robert J. et Sala-I-Martin Xavier (1995) : *Economic Growth*, MacGraw-Hill, New York.
- Baumol William J., Blackman Sue Anne Batey et Wolff Edward N. (1991) : « Productivity and American Leadership: The Long View », *The MIT Press*, Cambridge MA.
- Baumol William J., Nelson Richard N. et Wolff Edward N. (Eds) (1994) : *Convergence of Productivity: Cross-National Studies and Historical Evidence*, Oxford University Press, Oxford UK.
- Bertoldi Moreno (1997) : « Asian Regional Economic Development: How important have Economic Policies been? » *WP n° 56*, Department of Research Cooperation, Economic Research Institute, Economic Planning Agency, Tokyo.
- Boyer Robert (1998) : « Le partage de la valeur ajoutée. Quelques commentaires sur l'analyse de Patrick Artus et Daniel Cohen », *Conseil d'Analyse Économique*, n° 2, La Documentation française.
- Boyer Robert et Coriat Benjamin (1987) : « De la flexibilité technique à la stabilisation macroéconomique : un essai d'analyse », in *Flexibilité, Information et Décision*, Cohendet et Llerena Eds, Economica, Paris,
- Boyer Robert et Durand Jean-Pierre (1993) : *L'après fordisme*, Syros, Paris.
- Boyer Robert et Juillard Michel (1991) : « The New Endogeneous Growth Theory versus a Productivity Regime Approach: One Century of American Economic History Revisited », décembre, Couverture Orange CEPREMAP, n° 9210.
- Boyer Robert et Juillard Michel (1995) : « Les États-Unis : Adieu au fordisme ! », in Boyer et Saillard Eds, *Théorie de la régulation. L'état des savoirs*, La Découverte, Paris, pp. 378-388.
- Boyer Robert et Petit Pascal (1991) : « Technical change, cumulative causation and growth: Accounting for the contemporary productivity puzzle with some post Keynesian theories », in OECD, *Technology and productivity: The challenge for economic policy*, OCDE, Paris, pp. 47-67.
- Boyer Robert et Ralle Pierre (1986) : « Croissances nationales et contrainte extérieure avant et après 1973 », *Économies et Sociétés. Cahiers de l'ISMEA*, série P29, tome XX, n° 1, janvier, pp. 117-144.

- Bureau Dominique (1998) : *Concurrence, innovation et croissance : quelques éléments*, Ronéotypé Conseil d'Analyse Économique, 24 avril.
- Caroli Ève (1995) : « Croissance et formation : le rôle de la politique éducative », *Économie et Prévision*, n° 116 (5).
- Cohen Daniel (1993) : « Two notes on growth and the Solow model », *WP CEPREMAP*, n° 9303.
- Cohen Daniel (1995) : « Tests of... : Some further results », *WP CEPREMAP*, n° 9509.
- Commission européenne (1994) : *Rapport européen sur les indicateurs scientifiques et technologiques 1994*, Rapport EUR15897FR, CECA-CE-CEEA, Bruxelles.
- Commission européenne (1997) : *La compétitivité de l'industrie européenne*, Bruxelles.
- Commission européenne (1997) : *Second European Report on S&T Indicators*, décembre, Bruxelles, EUR 17639 .
- Crafts Nicholas et Toniolo Gianni (eds) (1996) : *Economic Growth in Europe since 1945*, Cambridge University Press, Cambridge MA.
- CRÉDOC (1994) : « Innovation : joindre l'utile à l'agréable », *Consommation et Modes de Vie*, n° 87, mai.
- CRÉDOC (1998) : « L'innovation technologique commence à séduire les seniors », *Consommation et Modes de Vie*, n° 124, 28 février.
- Crépon Bruno et Duguet Emmanuel (1994) : « Innovation : mesures, rendements et concurrence », *Economie et Statistique*, n° 275-276, p. 121-134.
- Crépon Bruno et Duguet Emmanuel (1997a) : « Research and development, competition and innovation; Pseudo maximum likelihood and stimulated maximum likelihood methods applied to count data models with heterogeneity », *Journal of Econometrics*, 79(2), août.
- Crépon Bruno et Duguet Emmanuel (1997b) : « Estimating the innovation function from patent numbers: GMM on count panel data », *Journal of Applied Econometrics*, vol. 12, pp. 243-263.
- David P.A. (1991) : « Computer and dynamo. The modern productivity paradox in a Not-Too-Distant-Mirror », in *Technology and Productivity: The challenge for economic policy*, OECD, Paris.
- De Bresson Chris et Xiaoping Hu (1995) : « La localisation des grappes d'innovation en Italie, en France et en Chine », in *Innovation, Brevets et Stratégies Technologiques*, p. 199-215.

- De Long Bradford J. et Summer L.H. (1991) : « Equipment Investment and Economic Growth », *The Quarterly Journal of Economics*, mai, pp. 445-502.
- Diamond Peter (ed.) (1990) : *Growth Productivity Unemployment*, The MIT Press, Cambridge Ma.
- Didier M. (Rauffet S. et Testelin S.) (1996) : « Industrie 96 », *Revue de Rexecode*, n° 52, juillet (chapitre sur l'innovation).
- Direction de la Prévision (1997) : *L'analyse par la théorie économique des effets de la diffusion des nouvelles technologies*, Ronéotypé B5-97213/NC, 1<sup>er</sup> décembre.
- Direction des Études et Synthèses Économiques (DESE) (1997) : « Le biais technologique », *La Lettre du D3E*, n° 3, avril.
- Direction des Études et Synthèses Économiques (1998a) : *Économétrie de l'innovation. Synthèse des résultats récents sur données micro-économiques françaises*, Ronéotypé INSEE, 20 mars.
- Direction des Études et Synthèses Économiques (1998b) : *L'évolution des industries françaises de haute technologie : éléments descriptifs*, Ronéotypé INSEE, n° 11/G231, 7 avril.
- Direction Générale des Stratégies Industrielles (DGSI) (1998) : *Les grands programmes d'aide à la R&D*, Ronéotypé ministère des Finances et de l'Industrie, 9 avril.
- Duguet Emmanuel (1997) : *Les externalités en matière de recherche et développement*, Ronéotypé INSEE.
- Duguet Emmanuel et Greenan Nathalie (1997) : « Le biais technologique. Une analyse économétrique sur données individuelles », *Revue Économique*, vol. 48, n° 5, pp. 1061-1089.
- Entorf H., Gollac M. et F. Kramarz (1997) : « New Technologies, Wages and Worker Selection », *WP CREST*, n° 9725, juillet, INSEE, Paris.
- Ernst Dieter (1997) : « High-Tech Competition Puzzles. How globalization Affects Firm Behavior and Market Structure in the Electronics Industry », *Working Paper*, n° 97-9, DRUID, septembre, Copenhagen Business School.
- François Jean-Paul (1998) : *Innovation, croissance et emploi des entreprises industrielles*, ronéotypé Direction Générale des Stratégies Industrielles, SSI, 31 mars.
- Freeman Christopher (1995) : « Le nouveau contexte de l'innovation », *STI Revue*, n° 15.
- Freeman L. Soete (1991) : *Analyse macroéconomique et sectorielle des perspectives d'emploi et de formation dans le domaine des nou-*

velles technologies de l'information dans la Communauté européenne, Ronéotypé Conférence CEE, 17-18 octobre.

- Goto Akira et Odagiri Hiroyuki (1997) : *Innovation in Japan*, Clarendon Press, Oxford.
- Goux Dominique et Maurin Éric (1997) : « Le déclin de la demande de travail non qualifié », *Revue Économique*, vol. 48, n° 5, septembre, pp. 1091-1114.
- Greenan Nathalie (1996) : « Progrès technique et changements organisationnels : leur impact sur l'emploi et les qualifications », *Économie et Statistique*, n° 298, pp. 35-44.
- Grossman Gene M. et Helpman Elhanan (1991) : *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press, Cambridge MA.
- Mc Guckin R., Stiroh K. et Van Ark B. (1997) : *The Conference Board*, Report number 1206-97-RR, hiver.
- Guellec Dominique (coordinateur) (1993) : *Innovation et compétitivité*, Collection INSEE-Méthodes n° 37/38, novembre.
- Guellec Dominique et Ralle Pierre (1995) : *Les nouvelles théories de la croissance*, Collection Repères, La Découverte, Paris.
- Guellec Dominique, Ralle Pierre et Glénat Pierre (1993) : « Innovation de produit et compétitivité hors prix. Une application au secteur de l'automobile », dans Guellec D. (coordinateur), *Innovation et compétitivité*, Collection INSEE-Méthodes n° 37/38, novembre.
- Guillaume Henri (1998) : *Rapport de mission sur la technologie et l'innovation*, ronéotypé, rapport au Premier ministre.
- Hahn Frank A. et Matthews R.C.O. (1971) : *Théorie de la croissance économique*, Collection Approfondissement de la connaissance économique, Economica, Paris.
- Joly Pierre (1993) : « Le ralentissement de la productivité, faits et causes », dans Guellec coordinateur, *Innovation et compétitivité*, Collection INSEE-Méthodes, n° 37/38, novembre.
- Jones C. (1995) : « R&D-Based Models of Economic Growth », *Journal of Political Economy*, 103, pp. 759-84.
- Jorgenson D.W. (1995) : *Productivity*, MIT Press, Cambridge MA.
- Krugman Paul (1992) : *Economic Geography*, MIT Press, Boston.
- Landau Ralph, Taylor Timothy et Wrigth Gavin (Eds) (1996) : *The Mosaic of Economic Growth*, Stanford University Press, Stanford Ca.
- Le Cœur Philippe (1998) : « La France investit à nouveau dans la high-tech », *Le Monde*, 31 janvier, p. II.

- Lorenzi J.H. et Bourles J. (1995) : *Le choc du progrès technique*, *Economica*, 602 p.
- Lucas Robert (1988) : « On the Mechanisms of Economic Development », *Journal of Monetary Economics*, vol. 72, juillet, pp. 3-42.
- Lucas Robert Jr (1993) : *Making a miracle*, *Econometrica*, vol. 61, n° 2, mars, pp. 251-272.
- Lundvall Bengt. A. Ed. (1992) : *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter Publishers.
- Lung Yannick (1997) : *Organisation spatiale et coordination des activités d'innovation des entreprises*, Rapport de l'IERSO Bordeaux pour le CGP, octobre, 154 p.
- Magnier Antoine et Toujas-Bernate Joël (1993) : « Innovation technologique et performances à l'exportation : une comparaison des cinq grands pays industrialisés », dans Guellec (coordinateur), *Innovation et compétitivité*, Collection INSEE-Méthodes n° 37/38, novembre.
- Mairesse Jacques et Hall Bronwyn H. (1996) : *Estimating the productivity of research and development: An exploration of GGM methods using data on French and United States manufacturing firms*, NBER WP, 5501, mars.
- Mairesse Jacques et Sassenou M. (1991) : « Recherche-Développement et productivité, un panorama des études économétriques sur données d'entreprises », *STI Revue*, n° 8, pp. 9-45.
- Mankiw Gregory, Romer David et Weil D. (1992) : « A Contribution to the Empirics of Economic Growth », *Quarterly Journal of Economics*, mai.
- Mankiw Gregory N. (1995) : « The growth of Nations », *Brookings Papers on Economic Activity*, 25 : pp. 275-310.
- Mansfield E. (1977) : *The Production and Application of New Industrial Technology*, W.W. Norton, New York.
- Milgrom P. et Roberts J. (1990) : « The economics of modern manufacturing : Technology, Strategy, and Organization », *American Economic Review*, vol. 80(3), juin, pp. 511-528.
- Narin F., Hamilton S. et Olivastro D. (1998) : « The Increasing Linkage Between US Technology and Public Science », *Research Policy*, à paraître.
- Nelson Richard (1988) : « Institutions supporting technical change in the United States », dans Dosi Giovanni et al. (Eds) *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londres, pp. 312-329.

- Nelson Richard Ed. (1993) : *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*, Oxford University Press.
- Nickell S.J. (1996) : « Competition and corporate performance », *Journal of Political Economy*, 104(4), pp. 724-46.
- OCDE (1991) : *Technology and productivity: The challenge for economic policy*, OCDE, Paris.
- OCDE (1994) : *L'étude de l'OCDE sur l'emploi*, OCDE, Paris.
- OCDE (1997) : *An empirical comparison of national innovation systems: Various approaches and early findings*, DSTI/STP/TIP(97)13, 8-9 décembre,
- OCDE (1997) : *Policy Evaluation in Innovation and Technology. Towards Best Practices*, OCDE, Paris.
- OCDE (1998) : *Technology, productivity and job creation: Towards best policy practice*, Interim report, mars.
- Orange Martine (1998) : « L'argent perdu de la recherche. Constat accablant pour la recherche et l'innovation en France », *Le Monde*, vendredi 13 mars, pp. 1 et 15.
- OST (1998) : *Science et Technologie. Indicateurs 1998*, Economica, Paris.
- OST (1998) : *Quelques indicateurs de la compétitivité technologique de la France*, Ronéotypé.
- Petit Ineke (1998) : *La politique d'innovation technologique aux Pays-Bas*, Ronéotypé Groupe de travail comparaisons internationales, Eureka, 12 janvier.
- Rexecode (1997) : « Retrouver le chemin de l'investissement industriel », *Revue de Rexecode*, supplément au n° 57.
- Rexecode (1998) : « Les performances comparées de l'Europe et des États-Unis », *Revue de Rexecode*, n° 58, 1<sup>er</sup> trimestre, pp. 39-69.
- Rexecode (1998) : *L'investissement productif en France*, étude pour le ministère du Travail et de la Solidarité, à paraître.
- Romer Paul (1986) : « Increasing returns and long-run growth ». *Journal of Political Economy*, 94, pp. 1002-1037.
- Romer Paul (1996) : « The role of ideas and economic growth », *The Economist*.
- Romer Paul (1990) : « Endogenous Technological Change », *Journal of Political Economy*, 98(5) pt. 2, S71-S102.
- Sala-i-Martin Xavier (1997) : « I Just Ran Two Million Regressions », *The American Economic Review*, Papers and Proceedings, vol. 87, n° 2, mai, pp. 178-183.

- Schumpeter Joseph (1911) : *Théorie de l'évolution économique. Recherche sur le profit, le crédit, l'intérêt et le cycle de la conjoncture*, traduction française (1983), Dalloz, Paris.
- SESSI (1995a) : « L'innovation technologique l'industrie », *Le 4 pages des Statistiques industrielles*, n° 89, mars.
- SESSI (1995b) : « L'organisation de la production dans l'industrie. Des changements profonds », *Le 4 pages des Statistiques industrielles*, n° 43, janvier.
- SESSI (1997) : « L'automatisation et l'informatisation dans l'industrie », *Le 4 pages des Statistiques industrielles*, n° 80, juillet.
- SESSI (1998) : « Les compétences pour innover », *Le 4 pages des Statistiques industrielles*, n° 85, janvier.
- Solow Robert M. (1956) : « A contribution to the Theory of Economic Growth », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, pp. 65-94, et in A. Sen Ed. *Growth Economics*, Penguin Books, 1970, Harmondsworth, pp. 161-192.
- Taddei Dominique et Coriat Benjamin : « Made in France : l'industrie française dans la compétition mondiale », *Livre de Poche*, 470 p.
- Teubal Morris (1997) : « Restructuring and Embeddedness of Business Enterprises. Towards an Innovation System Perspective on Diffusion Policy », *DRUID Working Paper*, n° 97-6, octobre.
- Conference Board (1997) : *Report number 1206-97-RR*, hiver.
- Verspagen Bart (1993) : *Uneven Growth between Interdependent Economies*, Avebury, Brookfield, Vt.
- Wijers G.J. (1997) : *Opportunities through synergy: Government and the Emergence of innovative clusters in the private sector*, Ronéotypé, Minister of Economic Affairs, La Hague.
- Young A. (1995) : « The tyranny of numbers: Confronting the statistical realities of the East Asian growth experience », *Quarterly Journal of Economics*, 110, pp. 641-680.

## Annexe A

# **Économétrie de l'Innovation**

## **Synthèse des résultats récents**

### **sur données microéconomiques françaises**

**Nicolas Jung**  
*INSEE*

Cette annexe s'attache à mettre en lumière les travaux empiriques, concernant l'innovation, menés principalement par le Département des Études Économiques d'Ensemble sur données françaises d'entreprises en s'attachant dans un premier temps à ses rapports avec la croissance des firmes et l'emploi. Dans un second temps, on passe en revue les travaux ayant porté sur les conditions de production des innovations. L'approche retenue est de nature microéconomique pour la majorité des études et concerne principalement le secteur manufacturier. On ne peut donc en inférer des résultats généraux sur l'ensemble de l'économie.

De longue date, l'effet du progrès technique sur l'emploi a suscité de nombreux débats. Pour certains, le progrès technique permet aux entreprises d'économiser le travail et conduit donc à des réductions d'effectifs. D'autres estiment que son effet positif sur la demande adressée aux firmes l'emporte sur l'effet précédent, ce qui engendre une augmentation des effectifs. Les études menées à l'INSEE suggèrent en fait que les innovations de produit comme de procédé sont corrélées avec une augmentation des effectifs des firmes qui les réalisent. Ces résultats obtenus sur données individuelles sont toutefois difficilement extrapolables à l'effet des innovations sur l'ensemble de l'économie. Il est en particulier possible que la croissance des entreprises innovantes se fasse en partie au détriment des entreprises non innovantes.

Les débats sur les effets du progrès technique ont par ailleurs été ravivés dans la période récente par le développement des technologies de l'information. Ils ont porté en particulier sur l'existence possible d'un biais du progrès technique en faveur des travailleurs les plus qualifiés. Les études empiriques menées sur données françaises ne semblent pas favoriser cette

hypothèse. D'une part, le déclin de la main-d'œuvre non qualifiée en France ne semble pas lié à un biais technologique mais davantage à un redéploiement de la demande domestique en faveur des secteurs riches en salariés qualifiés et à la baisse du coût relatif des diplômés. D'autre part, si les utilisateurs de nouvelles technologies sont mieux payés que leurs collègues non utilisateurs, il s'agit là plutôt d'une prime liée à leurs qualités dont l'accès à ces nouvelles technologies ne serait qu'une manifestation.

Les conditions d'émergence des innovations constituent un autre domaine d'investigation. L'effet de la structure des marchés sur la capacité des entreprises à innover est l'un des thèmes qui a reçu le plus d'attention en économie appliquée. Les résultats obtenus sur données françaises conduisent à penser que ni la taille des entreprises ni la concentration n'affectent significativement l'innovation dans les entreprises. Celle-ci semble majoritairement déterminée par les caractéristiques des secteurs influençant la profitabilité de ces innovations et en particulier la capacité des entreprises à s'approprier les revenus de leurs innovations qui dépend notamment des imitations réalisées par les firmes concurrentes. Les travaux réalisés concluent également à l'existence de rendements d'échelle décroissants dans la production d'innovation.

## **Progrès technique, emploi et salaires**

La nature des relations entre progrès technique, emploi et salaires fait l'objet de nombreuses interrogations, portant en particulier sur les conséquences pour l'emploi du progrès technique. Les études effectuées au Département des Études Économiques d'Ensemble (D3E) dans ce domaine ont principalement exploité les résultats des enquêtes innovation réalisées par le SESSI au sein des entreprises du secteur manufacturier. Elles concluent à l'existence d'une relation positive entre emploi et innovation à la fois au sein des entreprises ayant innové et au niveau sectoriel.

La forte montée des inégalités de salaires aux États-Unis, depuis le début des années quatre-vingt, a conduit à s'interroger sur l'existence d'un changement de nature du progrès technique et sur le fait qu'il bénéficie principalement aux travailleurs les plus qualifiés. Les études réalisées dans ce domaine au D3E exploitent de nombreuses sources. Elles tendent à conclure à un effet très faible du progrès technique sur la baisse de la demande de travail non qualifié.

## **Progrès technique et emploi total**

On considère généralement que le progrès technique prend essentiellement deux formes aux effets distincts : les innovations de produit et les innovations de procédé.

## *Innovation de produit*

Une innovation de produit permet à une firme de stimuler la demande qui lui est adressée et donc d'augmenter ses effectifs.

Des études menées sur des entreprises françaises du secteur manufacturier montrent ainsi que le taux de croissance de l'emploi des firmes innovantes (en produit) est supérieur à celui des autres firmes (Greenan et Guellec 1996 ; Crépon et Iung 1998) de l'ordre de 2 à 4 % sur la période 1985-1991 (l'innovation ayant été introduite entre 1986 et 1990). Toutefois, ces différences peuvent traduire l'existence de caractéristiques propres aux entreprises, affectant à la fois leur capacité à innover et leur comportement d'emploi. L'étude de Crépon et Iung montre que même si on prend en compte un grand nombre de ces caractéristiques, on conclut toujours favorablement à l'existence d'un effet positif sur l'emploi. De plus, cette étude suggère que cet effet se réduit avec le temps.

L'effet global sur l'emploi du secteur d'une innovation de produit réalisée par une firme donnée dépend du degré de substituabilité du produit innovant avec les produits déjà existants. Ainsi si l'innovation est radicale, le nouveau produit peut être complémentaire des autres et dans ce cas l'impact sur l'emploi du secteur est donc *a priori* positif. Si l'innovation est marginale, la demande des consommateurs peut se redéployer et l'effet sur l'emploi du secteur est ambigu.

L'étude de Greenan et Guellec (1996) conclut à un impact positif de l'innovation de produit sur l'emploi du secteur. Plus précisément, plus le poids des innovations est élevé dans un secteur (en termes d'emploi) plus ce secteur crée d'emplois. Néanmoins, ces résultats sectoriels sont construits à partir d'un échantillon limité et pourraient être sujets à des problèmes de biais de sélection.

## *Innovation de procédé*

Une innovation de procédé permet à une firme de baisser ses coûts de production et donc ses prix pour stimuler ses débouchés. La hausse de la demande devrait augmenter les effectifs de la firme qui innove mais comme l'innovation provoque une hausse de la productivité moyenne du travail, l'effet sur l'emploi est *a priori* ambigu. Empiriquement, il apparaît que l'effet de l'accroissement de la demande l'emporte et l'innovation de procédé a un impact positif sur l'emploi (Greenan et Guellec 1996 ; Crépon et Iung 1998), au niveau de l'entreprise.

Au niveau sectoriel, l'innovation de procédé conduit à un redéploiement de la demande. Comme les firmes qui profitent de celui-ci ont une production plus intensive en capital, l'effet de l'innovation sur l'emploi du secteur ne peut être positif que si la demande globale adressée au

secteur augmente. Ceci peut se produire si la structure sectorielle de la demande se modifie ou si les exportations augmentent suite à la baisse des prix.

Empiriquement, Greenan et Guellec (1996) suggèrent que l'effet de la hausse de l'intensité capitalistique l'emporte et que les baisses d'emploi sectorielles sont d'autant plus fortes que les secteurs comptent plus de salariés employés par des firmes innovantes en procédé. Mais comme précédemment, ces résultats pourraient souffrir d'un biais de sélection.

## **Progrès technique et structure des emplois**

La montée des inégalités entre salariés qualifiés et non qualifiés, mesurée en termes de salaires dans les pays anglo-saxons ou par des écarts de taux de chômage dans les autres pays d'Europe continentale, a ravivé le débat sur la nature du progrès technique. Les innovations récentes, et en particulier celles liées à l'adoption des nouvelles technologies de l'information, bénéficient-elles plus aux travailleurs qualifiés qu'aux travailleurs non qualifiés ? Plusieurs études ont été effectuées dans ce domaine à l'INSEE sans pouvoir toutefois aborder la question de l'adoption des nouvelles technologies de l'information. En général, elles tendent à conclure à l'absence de biais dans le progrès technique en France.

Menant leur étude sur données individuelles (entreprises françaises du secteur manufacturier), Duguet et Greenan (1997) suggèrent pourtant l'existence d'un biais technologique. Il serait plus facile de substituer du personnel d'exécution au capital que du personnel de conception. Cependant, si l'on distingue les innovations selon leur nature, les innovations incrémentales (de produit ou de procédé) pourraient favoriser la main-d'œuvre non qualifiée. Il est alors possible que l'effet global de l'innovation selon la répartition des différents types d'innovation entre entreprises soit neutre.

Cette étude se limite à l'impact de l'innovation sur l'entreprise qui l'a fait naître. Une approche plus complète nécessiterait de tenir compte du redéploiement de la demande de biens consécutive aux innovations mais aussi de la diffusion des innovations dans le tissu des entreprises.

Des études sectorielles permettent d'éclairer les effets globaux de la diffusion du progrès technique. Ainsi, aux États-Unis, certains auteurs lui imputent une part de l'accroissement des inégalités en termes de salaire. Les estimations de Berman, Bound et Griliches (1994) suggèrent que dans les secteurs de l'industrie manufacturière qui ont investi le plus en informatique et en recherche-développement durant les années quatre-vingt aux États-Unis, la part du personnel de conception dans la masse salariale a augmenté. De même, Katz et Murphy (1992) suggè-

rent que le progrès technique a un impact sur la structure intrasectorielle de l'emploi aux États-Unis. En effet, sous l'hypothèse de neutralité du progrès technique, on peut montrer que les variations de l'emploi des différentes catégories de salariés doivent être corrélées négativement aux variations de salaires correspondantes ce qui est infirmé par les auteurs.

En revanche, Goux et Maurin (1997) utilisant la même méthodologie mais sur données françaises suggèrent que la diffusion des nouvelles technologies n'est pas véritablement défavorable à la main-d'œuvre moins formée dans notre pays. Outre la vérification de la corrélation négative entre variations de l'emploi et des salaires précédemment évoquée, ces auteurs mettent en lumière le fait que le progrès technique d'un secteur n'est pas corrélé à la répartition de sa masse salariale entre différentes catégories de travailleurs.

Ces résultats fondés sur des données sectorielles cachent peut-être d'autres dynamiques situées à un niveau de désagrégation plus fin. Pourtant, cette neutralité du progrès technique est concevable : si celui-ci peut transiter par l'installation de matériel (informatisation, nouvelles technologies) qui peut engendrer un biais en faveur des travailleurs les plus qualifiés, d'autres innovations jouent en sens inverse qui peuvent aboutir à un solde sectoriel nul. Ainsi, Berman, Bound et Griliches (1994) évoquent l'exemple de la conception assistée par ordinateur qui s'est substituée au travail de dessinateur.

Si le progrès technique n'engendre pas de recomposition intrasectorielle de la structure des emplois, il peut néanmoins expliquer les modifications de la demande intersectorielle s'il est hétérogène entre secteurs eux-mêmes hétérogènes en termes de structure d'emploi. Toutefois, Goux et Maurin (1997) estiment que la diffusion au sein des différents secteurs de l'informatique et des nouvelles technologies de production (robot, machine-outil...) n'expliquent pas plus de 15 % du déclin du travail non qualifié constaté en France entre 1970 et 1993. Ce déclin serait dû au moins pour moitié au redéploiement de la demande domestique en faveur des secteurs riches en salariés qualifiés et pour plus d'un tiers à la baisse du coût relatif des diplômés. La partie résiduelle de ce déclin proviendrait des déplacements sectoriels des importations et exportations.

Quant à la spécificité française en matière de neutralité intrasectorielle du progrès technique, les auteurs évoquent l'effort de formation continue entrepris en France qui réduirait le fossé entre travailleurs qualifiés et non qualifiés ainsi que les différences institutionnelles dans la régulation du marché du travail.

## Progrès technique et salaires

La question du lien entre les salaires et le progrès technologique a suscité notamment deux types d'études. Certaines analyses se sont attachées à l'impact de l'innovation sur les salaires de la firme qui la réalise (Van Reenen, 1996). D'autres articles (Krueger, 1993) se sont intéressés à l'impact sur les salaires de la diffusion de nouvelles technologies (ordinateurs, robots...).

Van Reenen (1996) étudie l'impact des innovations majeures (produits et procédés) de la période 1945-1983 sur les salaires pour un panel de firmes britanniques. L'impact sur les salaires serait positif jusqu'à quatre ans après l'innovation pour atteindre une hausse cumulée de 2 % des salaires. Dans le modèle de Van Reenen, les salariés récupèrent une partie des gains générés par l'innovation sous forme de hausses de leur salaire grâce à un processus de négociation. Plus précisément, si la rente liée à une innovation augmente de 10 %, les salaires augmentent de 2,9 % (Van Reenen, 1996).

Une étude (Crépon et Iung, 1998) évaluant les effets des innovations de produit et de procédé ayant eu lieu entre 1986 et 1990 en France aboutit à des résultats voisins. Cette étude montre aussi que la progression des salaires associée à l'innovation s'accompagne également d'une hausse de la productivité et d'une moindre progression des effectifs. Ce résultat peut être réinterprété dans le cadre des modèles de négociation : l'augmentation initiale de la productivité s'accompagne de création d'emplois, mais une partie d'entre-eux est dissipée par la progression des salaires.

L'effet de la diffusion de l'informatique sur les salaires a fait l'objet de nombreuses interrogations. Une étude sur données américaines (Krueger, 1993) suggère que les salariés qui utilisent un ordinateur dans leur travail ont des salaires de 10 à 15 % plus élevés que ceux qui n'en utilisent pas. Ce supplément de salaire peut correspondre à une hausse de la productivité générée par l'usage des ordinateurs. On peut penser aussi que Krueger n'a pu intégralement corriger des effets inobservables corrélés à la fois avec l'usage de l'informatique et le fait d'avoir un salaire élevé (adaptabilité, flexibilité...).

Dans cet esprit, sur données françaises, Entorf, Gollac et Kramarz (1996) constatent que l'utilisation de nouvelles technologies est associée à des salaires plus élevés. Toutefois, en contrôlant des effets individuels inobservés grâce à l'utilisation de données longitudinales, ils concluent que les salariés qui font usage de l'informatique étaient déjà mieux payés que les autres avant l'introduction de ces nouvelles technologies. Leurs salaires élevés seraient plutôt associés à leurs qualités qui ont elles-mêmes pour manifestation leur accès aux nouvelles technologies. On ne peut donc parler de biais technologique concernant les salaires.

## **Les déterminants de l'innovation**

### **Concentration de l'effort de recherche et des innovations**

L'effort de recherche est concentré au sein d'un nombre restreint d'entreprises de taille importante. Répondant à cette concentration de l'effort de recherche, les innovations sont concentrées dans un petit nombre de grandes entreprises. Si l'on mesure celles-ci à l'aune du nombre de brevets délivrés, on note que 60 % des brevets européens délivrés à des firmes françaises sur la période 1990-1994 ont été déposés par des firmes de plus de 1 000 salariés. De plus, un grand nombre de brevets est déposé par un nombre restreint de firmes : 45 % des brevets sont déposés par les 100 firmes qui en déposent le plus alors que ces dernières ne représentent que 5 % de toutes les firmes qui en déposent (source : base EPAT).

Ces chiffres sont en concordance avec les hypothèses de Schumpeter (1943). Cet auteur a dégagé plusieurs raisons suivant lesquelles les grandes firmes seraient privilégiées pour réaliser des efforts de recherche. Ainsi, il estime que les rendements croissants prévalent dans l'activité de recherche. De plus, les grandes entreprises, plus diversifiées, sont plus aptes à prendre des risques. Par ailleurs, elles peuvent exploiter rapidement leurs innovations dans la mesure où leur réseau de production et de distribution sont déjà constitués. De plus, certaines grandes firmes jouissent d'un quasi pouvoir de monopole et ne souffrent donc pas de la concurrence d'autres firmes prêtes à imiter leurs innovations ou à les améliorer incrémentalement.

Pendant, les résultats économétriques obtenus sur données françaises concluent à un rôle très faible tant de la part de marché que de la taille des entreprises sur l'effort d'innovation. L'effort d'innovation serait principalement déterminé par des caractéristiques des secteurs (opportunités technologiques, intensité de la demande des consommateurs) influençant la profitabilité des innovations (Crépon, Duguet et Kabla, 1996). Cette étude qui mobilise de nombreuses sources d'information sur l'innovation (enquête recherche, brevets, enquête innovation) montre en particulier l'effet déterminant des conditions d'appropriabilité des revenus de l'innovation. Ainsi une firme réalise moins d'innovations si le secteur dans lequel elle s'inscrit comprend de nombreux imitateurs.

### **Rendements d'échelle de la recherche**

De façon similaire, le consensus semble se faire dans la littérature économétrique pour admettre que la productivité de la recherche mesurée en termes d'innovations ou de brevets déposés ne croît pas avec la taille (W.M. Cohen, 1996). Ainsi, des études menées sur données américaines

aboutissent à des rendements d'échelles décroissants ou à la limite constants (Bound et alii, 1984 ; Hausman et alii, 1984).

Les résultats obtenus sur données françaises (Crépon et Duguet, 1997a et 1997b) sont fondés sur le nombre de brevets déposés par les entreprises. Ils concluent à l'existence de rendements décroissants ; les rendements d'échelle dans la production d'innovation étant approximativement de 0,3. Ils concluent aussi à l'existence d'une très forte hétérogénéité de la production d'innovation. Il existe des facteurs spécifiques aux entreprises, non observés, affectant la production d'innovation et influençant les investissements en R&D des entreprises. L'importance de ces facteurs est illustrée par la différence entre les estimations faites en coupe (conduisant à des « rendements » constants) et les estimations réalisées dans la dimension temporelle (conduisant à des rendements de 0,3).

Toutefois, ces résultats, menés sur panels cylindrés, sont potentiellement biaisés par une disparition plus importante des petites firmes non performantes que des grandes firmes non performantes. Celles qui survivent et qui donc sont les seules petites firmes à être incluses dans les échantillons peuvent donc être « artificiellement » plus performantes que les grandes entreprises.

De plus, pour mieux évaluer la productivité réelle de la recherche, il faudrait tenir compte de l'hétérogénéité de la valeur des brevets. En assimilant les durées de vie des brevets à des valeurs, on s'aperçoit que ces dernières ont en effet une distribution très asymétrique. La plupart des brevets ne rapportent que très peu et sont vite abandonnés alors qu'un petit nombre de brevets réalise une part importante de l'ensemble des gains (Duguet et Jung, 1996). De plus, les brevets déposés par les firmes qui font le plus de recherche ont une durée de vie plus longue, donc ont plus de valeur. La prise en compte de cet effet d'hétérogénéité des brevets serait donc de nature à faire remonter les estimations de la productivité de la recherche trouvées précédemment.

## **Diffusion et appropriabilité**

Une des raisons majeures de l'intervention publique dans le domaine de l'innovation tient à l'existence d'externalités positives.

Pour que les firmes engagent des dépenses en recherche et développement, il faut qu'elles aient l'assurance de pouvoir tirer les bénéfices de leurs innovations. Ceci ne sera pas le cas si les innovations introduites sont imitées ou réutilisées par les firmes concurrentes. La protection de l'innovation est donc cruciale pour garantir l'incitation à innover. Empiri-

quement, on constate en effet que plus le taux d'imitateurs (mesuré comme le rapport du nombre d'imitateurs sur la somme des imitateurs et des firmes innovantes) est élevé dans un secteur, moins les firmes innovent (Crépon, Duguet et Kabla, 1996).

La protection de l'innovation se fait notamment par l'octroi de brevets qui confèrent aux firmes innovantes un droit de monopole pendant la durée du brevet. Ainsi, Duguet et Jung (1996) montrent que plus le taux d'imitateurs est fort dans un secteur, plus les brevets déposés par les firmes au sein de ce secteur seront maintenus longtemps ce qui peut s'interpréter comme la création d'une barrière durable vis-à-vis des imitateurs potentiels.

En dépit des moyens de protection, une entreprise ne peut s'approprier la totalité des gains liés à son innovation. Le gain social lié à l'innovation est donc plus élevé que celui retiré par la firme innovante ce qui aboutirait sans intervention de l'État à un investissement global des entreprises en recherche et développement sous-optimal d'un point de vue social.

De plus, les recherches menées au sein d'un secteur diffusent de l'information exploitable par chaque firme de ce secteur en dévoilant des impasses et des résultats intermédiaires. La non prise en compte de ces effets au niveau de la firme renforce le sous-investissement évoqué précédemment.

Par contre, les firmes peuvent se livrer à une course au brevet (Lee et Wilde, 1980) en accélérant leurs dépenses de recherche pour aboutir le plus vite à la découverte. Cet effet va dans le sens inverse des deux précédents et pousse les firmes à des investissements de recherche trop élevés d'un point de vue social.

Empiriquement, c'est cet aspect de compétition qui semble l'emporter sur l'effet de diffusion quand on considère les brevets déposés par les firmes. Ainsi, une firme dépose d'autant moins de brevets que les firmes du même secteur investissent en R&D (Crépon et Duguet, 1997a). Pourtant, dans une approche plus globale qui mesure les externalités liées aux dépenses de recherche et développement non plus en termes de brevets déposés mais en termes de ventes réalisées, on s'aperçoit que ces externalités sont positives : les ventes d'une firme sont d'autant plus élevées que ses concurrentes consacrent un budget plus élevé à la recherche (Duguet, 1997).

## Références bibliographiques

- Berman E., Bound J. et Griliches Z. (1994) : « Changes in the demand for skilled labor in US manufacturing industries: Evidence from the annual survey of manufactures », *Quarterly Journal of Economics*, 367-398.
- Bound J., C. Cummings, Z. Griliches, Hall B. et Jaffe A. (1984) : « Who does R&D and who patents ? », in Z. Griliches ed. *R&D, Patents and productivity*, pp. 21-54.
- Cohen W.M. (1996) : « Empirical studies of innovative activities and performance », à paraître.
- Crépon B. et Duguet E. (1997a) : « Research and development, competition and innovation : pseudo maximum likelihood and simulated maximum likelihood methods applied to count data models with heterogeneity », *Journal of Econometrics*, 79(2), août 97.
- Crépon B. et Duguet E. (1997b) : « Estimating the innovation function from patent numbers : GMM on count panel data », *Journal of Applied Econometrics*, vol. 12, pp. 243-263.
- Crépon B., Duguet E. et Kabla I. (1996) : « Schumpeterian conjectures : a moderate support from various innovation measures », in Kleinknecht ed. *Innovation : the message from new indicators*, Mc Millan.
- Crépon B. et Iung N. (1998) : « Innovation, emploi et performances », miméo.
- Duguet E. et Greenan N. (1997) : « Le biais technologique : une analyse économétrique sur données individuelles », *Revue Économique*, vol. 48, n° 5, sept., pp. 1061-1089.
- Duguet E. (1997) : « Les externalités en matière de recherche et développement », miméo.
- Duguet D. et Iung N. (1996) : « An econometric analysis of patent life at the firm level », à paraître in *Appropriability and patent value-Econometrics Analysis*, AEA Macmillan.
- Entorf, H., Gollac M. et Kramarz F. (1996) : « New technologies, Wages and worker selection », *Document de travail INSEE*.

- Goux D. et Maurin E. (1997) : « Le déclin de la demande de travail non qualifié. Une méthode d'analyse empirique et son application au cas de la France », *Revue Économique*, vol. 48, n° 5, sept., p. 1091-1114.
- Greenan N. et Guellec D. (1996) : « Technological innovation and employment reallocation », *Document de travail INSEE*, G 9608.
- Hausman J., Hall B. et Griliches Z. (1984) : « Econometric models for count data with an application to the patents-R&D relationship », *Econometrica*, 52(4), 909-938.
- Hall B. et Mairesse J. (1995) : « Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms », *Journal of Econometrics*, vol. 65, p. 263-293.
- Katz L.F. et Murphy K.M. (1992) : « Changes in relative wages, 1963-1987 : supply and demand factors », *Quarterly Journal of Economics*, 107, pp. 35-78.
- Krueger et Alan B. (1993) : « How computers have changed the wage structure : evidence from micodata, 1984-1989 », *Quarterly Journal of Economics*.
- Lee T. et Wilde L. (1980) : « Market structure and innovation : a reformulation », *Quarterly Journal of Economics*, 194, pp. 429-436.
- Schumpeter J. (1943) : *Capitalism, socialism and democracy*, London, Unwin University Books.
- Van Reenen J. (1996) : « The creation and capture of rents : wages and innovation in a panel of UK companies », *Quarterly Journal of Economics*.

## Annexe B

# Politique de concurrence, innovation et croissance : quelques éléments

**Dominique Bureau**  
*Conseil d'Analyse Économique*

La réalisation du Marché unique a fait de la politique de la concurrence communautaire une pièce maîtresse de la construction européenne. L'idée que l'innovation est une activité coûteuse et risquée, à laquelle les entreprises ne consacrent des ressources que si elles peuvent en escompter des profits n'est cependant pas ignorée. L'article 85 du Traité admet ainsi la possibilité d'accords entre entreprises s'ils contribuent à promouvoir le progrès technique, à condition toutefois qu'ils réservent aux utilisateurs une partie équitable du profit, qu'ils n'imposent pas de restrictions excessives et n'affectent pas substantiellement la concurrence. Cette opportunité est concrétisée, par exemple, par l'exemption portant sur les accords de recherche-développement.

Néanmoins, il est peu contestable que la politique industrielle s'est trouvée évincée. Ceci peut se justifier pour une part, par le fait que l'élargissement des marchés nationaux aboutissant à la réalisation du grand marché diminue la nécessité d'une politique industrielle telle qu'elle peut être entendue à l'échelle d'un petit pays. Il n'en demeure pas moins qu'il y a débat. Les uns considèrent que la politique communautaire tend à se préoccuper plus du consommateur mondial que du producteur européen, et plus généralement que l'Europe se trouve ainsi « désarmée ». Les autres estiment au contraire que la concurrence est la meilleure garantie d'une industrie forte et compétitive. Ceux-là insistent sur l'importance de la concurrence pour la diffusion des innovations et sur le fait que la réglementation souvent freine ou fausse les activités de R&D et d'innovation.

On se propose de revenir ici sur les liens entre la politique de la concurrence et l'innovation, dans la perspective, non pas d'opposer les différents instruments de politique économique, mais plutôt de préciser leur

articulation souhaitable. Pour cela, on considère tout d'abord l'incidence de la concurrence en général sur l'innovation et la croissance. Puis on aborde la question de l'articulation des instruments par rapport à la politique de la concurrence, à propos des droits de propriété intellectuelle (DPI). On en tire ensuite quelques enseignements plus généraux pour la politique économique.

## **L'incidence de la concurrence sur l'innovation et la croissance**

### **Résultats globaux**

La réflexion sur les liens entre structure de marché et R&D a été initiée par Schumpeter. Les arguments à considérer sont contradictoires. D'un côté, il y a la possibilité d'économies d'échelle dans l'activité de R&D, mais cet argument joue plus sur la taille que sur le pouvoir de marché des entreprises concernées. Surtout, l'attribution d'une situation de monopole pour exploiter, par le biais par exemple de brevets ou d'autres formes de droits de propriété intellectuelle, les innovations, apparaît comme un mal nécessaire pour stimuler la R&D.

De l'autre, le monopole a tendance à se reposer sur ses lauriers. Par ailleurs, la concurrence favorise non seulement une allocation efficace des ressources mais elle élargit la gamme de produits offerts et pousse à la sélection des entreprises compétitives, ce qui stimule l'innovation. Elle est nécessaire pour que s'enclenche un cercle vertueux innovation, élargissement de la demande (OCDE, 1996). Elle favorise aussi les réallocations de facteurs engendrés par ce processus.

L'ampleur de ces différents mécanismes doit être appréciée au cas par cas. L'observation de liens parfois paradoxaux entre les niveaux de R&D et l'évolution de la productivité incite de plus à la prudence dans l'interprétation. Parmi les approches susceptibles d'éclairer ce débat, on se contentera ici d'en considérer deux.

La première réside dans les travaux d'économie spatiale. Ceux-ci apportent des enseignements intéressants sur ces liens car les mécanismes en jeu sont les mêmes. En effet, l'analyse de référence pour expliquer la dynamique de localisation des activités est celle de Marshall, Arrow et Romer qui met en avant les externalités de savoir, typiquement de la R&D, qui existent entre entreprises d'un même secteur. Un monopole local permettrait alors, par l'internalisation de ces externalités, de diminuer les transferts de savoir non compensés qui conduiraient à un sous-investissement dans ce savoir. Dans le contexte urbain, les modèles

théoriques de ces trois auteurs conduisent à deux prédictions principales. La première suggère que plus un secteur est important dans l'économie locale, plus celui-ci et la ville croissent. La deuxième est qu'un monopole local est plus favorable à la croissance que la concurrence. L'analyse de Porter s'en écarte en considérant que c'est la concurrence et non pas un monopole local, qui stimule l'innovation et par là la croissance. De son côté, Jacobs conteste la nature des externalités en jeu, les plus importantes lui apparaissant celles qui existent entre entreprises de différents secteurs. Elle en conclut que la diversité industrielle stimule plus la croissance d'une ville que la concentration d'une part, et que la concurrence locale a un effet bénéfique car elle permet une adaptation plus rapide des savoirs, d'autre part.

Si l'étude empirique réalisée par Maurel (1997), sur l'évolution locale de l'emploi industriel en France ne permet pas de trancher le débat sur la nature des externalités, les résultats obtenus infirmeraient l'approche de Marshall, Arrow et Romer en faisant de la concurrence locale un facteur de croissance des industries.

## **L'impact des déréglementations**

Ces approches économiques reposent cependant sur des équations réduites, où le rôle de la R&D et de la diffusion des savoirs n'est pas explicite. L'examen d'études de cas, par exemple celui des secteurs soumis à déréglementation, permet d'aller plus avant dans le détail des mécanismes, étant observé qu'il y a alors un fort biais de sélection dans le choix des secteurs considérés.

En effet, le processus de déréglementation traduit le constat que certains secteurs réglementés n'ont plus, ou tendent à ne plus avoir, du fait justement du progrès technique, de statut de monopole naturel. C'est notamment le cas des transports aériens ou des télécommunications, où la concurrence apparaît possible et mieux à même d'offrir au consommateur, une gamme de produits diversifiés.

La comparaison des évaluations *ex ante* des effets de la déréglementation et des validations *ex post* de ces expériences (Winston, 1993) conduit à observer d'abord que le progrès technique induit avait en général été sous-estimé.

En matière de prix les consommateurs ont dans tous les cas bénéficié de la déréglementation. Comme prévu, les gros consommateurs en ont plus tiré parti que les petits. En termes de qualité de service, les économistes n'ont pas su prévoir en général les améliorations intervenues, qui ont parfois été considérables. Pour ce qui est des profits, le résultat

attendu *ex ante* était ambigu puisque la déréglementation conduit à supprimer certaines inefficacités coûteuses, mais aussi à comprimer les marges. Les résultats sont donc variables, mais tous secteurs confondus, le nouvel environnement concurrentiel aurait profité aux entreprises.

De même, en matière d'emploi, il existe une relation comptable opposant, toutes choses égales par ailleurs, l'emploi et la productivité dans un secteur. Mais ce « toutes choses égales par ailleurs » signifie que cette relation ne renseigne au mieux que sur les destructions brutes d'emplois et à court terme induites par la concurrence. Par contre, elle ne fournit aucune indication sur l'effet net sur l'emploi, ni au niveau du secteur considéré, ni *a fortiori* au niveau macroéconomique, où la baisse du prix des biens accroît le pouvoir d'achat des consommateurs, dont la demande se reporte alors sur d'autres marchés.

Au niveau sectoriel, il faut tenir compte de la baisse des prix associée au gain d'efficacité considéré, qui stimule la demande. Dans ces conditions, la détermination *a priori* de l'impact sur l'emploi d'une plus grande concurrence sur un marché est difficile à évaluer car il dépend notamment des élasticités-prix de la demande, et de sa sensibilité à l'élargissement de la gamme des produits offerts. L'expérience de la déréglementation américaine montre, d'une part, que les prévisions en la matière ne sont pas toujours fiables et que, d'autre part, l'impact sur l'emploi d'une ouverture à la concurrence d'activités sous monopole dépend fortement des caractéristiques du secteur (cf. tableau).

La déréglementation aux États-Unis aurait favorisé l'emploi dans les secteurs du transport aérien ou du câble. Ces expériences illustrent que la promotion de la concurrence sur un marché peut se traduire, en dépit d'une réduction d'emplois à court terme, par un accroissement du nombre d'emplois à moyen terme dans le secteur considéré, sans même par conséquent, se livrer à un bilan sur l'ensemble de l'économie.

### Effets sur l'emploi de la déréglementation aux États-Unis

Secteur	Prédit	Constaté
Aérien	Effet limité	Accroissement
Chemins de fer	Signe ambigu	Pas d'effet
Transports routiers de marchandises	Signe ambigu	Déclin
Télécommunications (équipement et services)	Déclin	Déclin
Câble	Accroissement	Accroissement
Banque	Accroissement	Ambigu

Source : Winston, 1993.

Ce qui précède suggère au moins qu'il faut être prudent avant de considérer que la politique de la concurrence aurait pris de manière évidente un poids excessif. S'affranchir de la discipline de la concurrence a toujours un coût et un pays exposé à la compétition internationale ne peut négliger ce facteur, qui peut souvent être la source des emplois du futur.

Cependant, l'innovation constitue économiquement un bien public lorsqu'elle est facilement imitable, avec ce que cela implique comme comportements de passager clandestin. Elle ne se développera donc que si les entreprises y trouvent un retour suffisant. Souvent, ceci réclame la possibilité de l'exploiter temporairement en situation de monopole. Il faut donc examiner plus en détail cet arbitrage, et préciser le coût et les avantages apportés du point de vue de la dynamique de l'innovation, sachant que, l'objectif général du droit de la concurrence n'est pas la concurrence pour elle-même mais l'efficacité économique. Dit autrement, la politique de la concurrence et les droits de propriété intellectuelle participent au même objectif final d'efficacité économique. En pratique, leurs logiques sont cependant conflictuelles, la propriété intellectuelle limitant par nature la concurrence, alors que le droit de la concurrence tend à considérer que c'est par elle que le bien-être du consommateur peut le mieux être servi.

## **Propriété intellectuelle et concurrence**

### **L'émergence d'une complémentarité**

Ayant reconnu ce conflit d'objectifs, on doit essayer de le minimiser. C'est le sens de l'approche initialement développée par Nordhaus, qui consistait à utiliser pour cela les multiples dimensions des brevets, champ et durée notamment. Dans le cas où l'innovateur est confronté à une frange parfaitement concurrentielle, une réduction du champ du brevet compensée par son allongement apparaît toujours bénéfique puisqu'elle maintient le profit de l'innovateur et donc son incitation à innover mais contraint le prix que l'innovateur peut appliquer. Cependant, ce résultat apparaît très lié au type de concurrence considéré : sur des marchés différenciés où le produit breveté peut être imité, la politique optimale consiste plutôt en une durée de vie courte de protection combinée à un champ plus large.

L'absence de résultat robuste conduirait à préconiser un traitement au cas par cas, ce qui ne serait possible qu'avec l'imbrication complète des politiques de la concurrence et de la propriété intellectuelle. Celle-ci n'est pas réaliste d'un point de vue opérationnel, et il paraît de ce point de vue plus important de bien articuler les rôles.

Cette nouvelle approche a été favorisée par l'évolution de la réflexion générale sur les restrictions verticales, qui met en avant que des restrictions contractuelles telles que le refus de vendre, des prix de revente imposés ou l'attribution de territoires exclusifs sont souvent un moyen de rendre les contrats plus efficaces ou incitatifs. En particulier, dès lors que la concurrence inter-marque (entre chaînes verticales plus ou moins intégrées) est suffisante, il n'y a pas lieu de s'inquiéter de telles restrictions. Ceci vaut particulièrement pour l'analyse des contrats de licence des brevets. Or c'est justement à propos de ceux-ci que se nouent (ou se nouaient) beaucoup des conflits concurrentiels associés aux DPI.

Dans la dimension horizontale, c'est-à-dire lorsque l'on considère les relations entre firmes intervenant sur les mêmes marchés (ou des accords verticaux qui l'affectent), l'analyse d'accords de R&D est plus délicate. Mais là encore, des éléments spécifiques doivent être pris en compte notamment le fait que de tels accords peuvent éviter la duplication de coûts de recherche, utiliser des synergies de compétences ou faciliter le partage des risques. L'idée que ces éléments sont plus manifestes au niveau de la recherche que du développement (où au contraire l'impact concurrentiel risque d'être plus défavorable), justifie la distinction classique entre pré-compétitif et compétitif lorsque l'on analyse de tels accords.

La prise en compte de ces différents éléments, en privilégiant une perspective d'efficacité dynamique à long terme, conduit à admettre « des restrictions de concurrence aujourd'hui pour favoriser la concurrence demain sur de nouveaux produits ou procédés ». La politique de la concurrence et les DPI apparaissent alors complémentaires : en rémunérant l'innovation, on encourage la concurrence future, notamment sur les marchés où cette innovation sera utilisée ; en protégeant les innovateurs contre l'imitation, on encourage finalement la diffusion des technologies ; de son côté la politique de la concurrence doit créer un environnement propice à l'innovation ; et écarter les restrictions dans l'utilisation des DPI qui y feraient potentiellement obstacle.

## Principes

Gallini (1995) pose quatre règles de conduite pour que la politique de la concurrence en matière de DPI atteigne ces objectifs :

- On ne doit pas présumer que la propriété intellectuelle crée nécessairement un pouvoir de marché.
- Les droits de propriété établis explicitement par les lois sur les brevets doivent être respectés par les autorités de la concurrence.

- Celles-ci ne doivent pas baser leurs décisions sur l'évaluation de la rémunération obtenue par les innovateurs, mais apprécier les contrats de licence en eux-mêmes.

- Les restrictions dans ces contrats qui ne réduisent pas la concurrence par rapport à la situation « sans licence » doivent être autorisées, sinon il faut se livrer à un bilan complet.

Le premier principe complète une règle plus générale que doivent appliquer les autorités de la concurrence : ne pas condamner le pouvoir de marché acquis grâce un avantage compétitif, mais seulement son abus éventuel. À cela s'ajoute le fait que très souvent les innovations ont des substituts.

Le deuxième confirme l'existence d'un droit exclusif dans l'utilisation d'un brevet, mais le limite aussi à ce qui lui est strictement lié. Le troisième exprime la complémentarité, du point de vue opérationnel, entre les brevets et la politique de la concurrence, qui ne doit en aucun cas essayer de réguler le taux de profit des innovateurs. La dernière règle, qui est plus débattue, esquisse enfin la manière d'aborder les restrictions dans les contrats de licence, suivant une règle de raison.

## Mise en œuvre

La pratique des autorités de la concurrence françaises s'inscrit dans cette perspective, qui consiste, comme le souligne Jenny (1998), « à considérer qu'il n'appartient aux autorités de concurrence, ni de porter un jugement sur le caractère légitime ou illégitime d'un droit de propriété intellectuelle, ni de se prononcer sur le caractère équitable ou non des avantages financiers que peuvent retirer les détenteurs de tels droits et de la protection que ces droits leurs confèrent, ni enfin d'apprécier si le régime juridique de la propriété intellectuelle applicable dans un secteur d'activité facilite ou, au contraire, restreint la production d'innovations ou la création ; en revanche, il leur appartient d'apprécier si, compte tenu du contexte dans lequel elles sont mises en œuvre, les conditions d'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle ont pour objet ou pour effet de restreindre artificiellement la concurrence effective ou potentielle sur le marché d'un bien ou d'un service ou sur le marché d'une technologie ».

À l'appui de sa démonstration, il rappelle l'acceptation par le Conseil de la Concurrence, des formules de licences concernant la carte à puce, dès lors que les assiettes de redevances étaient cohérentes avec les brevets concernés ; et celle des conditions de distribution de certain produit phytosanitaire, dans la mesure où la concurrence n'était pas restreinte au regard de la situation où seul le détenteur du brevet aurait distribué le produit.

Au niveau communautaire, des règlements spécifiques d'application de l'article 85-3 (qui concerne les pratiques concertées favorables au progrès technique et économique), permettent, d'une part, la coopération horizontale, entre entreprises pour la recherche de développement, d'autre part, les transferts de technologie (savoir-faire et brevets). En ce domaine, le nouveau règlement d'exemption de 1996 constitue un premier pas vers une attitude plus généreuse à l'égard des clauses contractuelles qui affectent l'équilibre des forces entre les parties plutôt que le jeu de la concurrence, la Commission prenant ainsi en compte le souci de favoriser la diffusion des technologies et de l'innovation en Europe.

## Conclusion

Parfois, la politique de la concurrence est envisagée comme un obstacle au développement d'entreprises européennes compétitives sur le marché mondial. Il importe cependant de ne pas oublier que le contexte de marchés concurrentiels est en général favorable à l'innovation, et que l'efficacité des marchés de biens et de services (mais aussi du travail) est une condition pour enclencher un cercle vertueux innovation-croissance, et permettre les réallocations de facteurs engendrés par l'innovation.

La complexité des liens qui existent entre structures de marché et innovation ne justifie pas une politique de la concurrence « modérée », mais une bonne articulation de celle-ci avec d'autres instruments, notamment les droits de propriété intellectuelle. L'enjeu n'est pas de brider la concurrence mais de la stimuler en protégeant les innovateurs.

Des politiques adaptées, notamment aux nouvelles technologies et aux caractéristiques des nouveaux produits et services, et complémentaires, en matière de concurrence et de propriété intellectuelle, constituent ainsi un volet essentiel de la politique d'innovation. Celui-ci n'est évidemment pas le seul. L'État a aussi un rôle essentiel à jouer en matière de formation du capital humain et de recherche ; de facilitation de l'accès au financement pour les entreprises innovatrices, etc. sans oublier comme le soulignait le rapport de l'OCDE « Technologie, productivité, emploi » l'attention à porter aux non qualifiés pour qu'ils ne subissent pas le progrès technique.

## Références bibliographiques

- Conseil d'Analyse Économique (1997) : *Service Public - secteur Public*, Rapports de C. Henry et E. Cohen et annexes de D. Bureau, n° 3, La Documentation française, Paris.
- Gallini N. (1995) : *Competition Policy and Intellectual Property Rights*, Université de Toronto.
- Jenny F. (1998) : « Droits de propriété intellectuelle et droit de la concurrence. Conflit et complémentarité », *Les Échos*.
- Maurel F. (1997) : « Évolutions locales de l'industrie 1982-1992 et convergence régionale : quelques résultats empiriques sur données françaises », *Économie et Prévision*, n° 131.
- OCDE (1996) : *Technologie, productivité et emploi*.
- Winston C. (1993) : « Economic Deregulation : days of Reckoning for Microeconomists », *Journal of Economic Literature*, vol. 31, pp. 1263-1289.

## Annexe C

# **Systèmes d'innovation, systèmes techniques et approche évolutionniste du progrès technique**

**Jean-Hervé Lorenzi**

*Professeur à l'Université Paris-Dauphine*

Il y a aujourd'hui un large accord avec la philosophie du rapport Guillaume, qui préconise une plus grande flexibilité des dispositifs de recherche, ce qui conduit à envisager un abandon progressif des grands programmes tels qu'ils ont structuré le développement de l'innovation en France et à suggérer la substitution d'aides à l'innovation beaucoup plus dispersées, c'est-à-dire plus proches du marché. Ce point de vue demeure cependant insuffisant car les spécificités nationales des systèmes d'innovation, notamment en France, sont extrêmement lourdes, et déterminent la nature même de la relation innovation-croissance que connaît notre pays. En un mot, il s'agit plus de réaliser une révolution culturelle, de bouleverser le fonctionnement même de nos organismes de recherche, de faire évoluer fortement le triptyque université-entreprise-recherche pour que nous puissions réellement bénéficier de la révolution technologique en cours.

Les développements théoriques récents sur ces sujets sont donc très importants à prendre en compte. Trois outils de réflexion permettent de compléter l'analyse et d'affiner peut-être ainsi leurs préconisations. Il s'agit des concepts de systèmes nationaux d'innovation, de systèmes techniques et enfin de l'approche évolutionniste du progrès technique.

Le premier thème, celui des systèmes nationaux d'innovation, revient à indiquer que les nations différaient essentiellement par :

- le mode d'influence des institutions sur l'innovation ;
- la structure économique, qui influe sur les aptitudes à saisir les occasions face à des nouvelles techniques et à réagir devant des goulots d'étranglement.

Lundvall<sup>(1)</sup> ne dit pas autre chose : « le fait que le Danemark soit fortement spécialisé en équipement laitier, la Suède dans la technologie du travail du métal et de la scierie et la Norvège dans la technologie de la pêche ne peut s'expliquer par une dotation en facteurs généraux ». Il met en avant la distance géographique, mais le langage commun et la proximité culturelle lui paraissent plus importants, et il pense que le rôle du gouvernement est souvent sous-estimé : celui-ci impose des standards, des règlements... qui rendent plus efficace l'interaction entre les agents au niveau national.

Les critères essentiels d'efficacité, en termes d'innovation et de croissance, sont donc surtout la « cohérence » et l'« adaptabilité », critères qui se réfèrent à la communication, à l'interaction entre les agents, à la faculté d'apprentissage. En comparant l'individualisme des Américains (EU) et l'esprit collectif des Japonais par exemple, on constate bien qu'il n'existe pas de modèle unique d'efficacité...

De façon moins formalisée, Johnson<sup>(2)</sup> recherche du côté des institutions les causes de différenciation de la croissance entre pays. S'il nous intéresse ici, c'est parce qu'il ne se préoccupe des institutions que dans leur rapport au rythme de l'innovation, moteur du changement économique. Il reconnaît ne pas être original, puisqu'il se réfère à Veblen qui, en 1898, dénonçait déjà la rigidité et l'inertie des institutions pour expliquer la lenteur des changements économiques. Mais reprenant ces critiques en les relativisant, il justifie de ce fait le rôle des institutions dans le mécanisme d'innovation et de croissance.

La recherche la plus complète du rôle des institutions dans la différenciation est celle de Lundvall. Il part de la séparation des producteurs et des utilisateurs dans le processus d'innovation. Pour lui, la forte division du travail est un frein à la circulation des informations entre les producteurs, qui décident des changements, et des utilisateurs, qui les consomment ou doivent s'y adapter, ce qu'il considère comme préjudiciable à l'efficacité de toute recherche innovante puisque cela entraîne par la suite un apprentissage plus complexe. Il raisonne donc d'abord dans un contexte micro-économique, cherchant à montrer les liens entre l'innovation et l'organisation sociale. Il met alors en avant l'importance des facteurs suivants : rapports sociaux à l'intérieur d'une entreprise, interaction entre produc-

---

(1) Lundvall B.A., « Innovation as an Interactive Process ; from User-Producer Interaction to the National System of Innovation », in *Technical Change and Economic Theory*, Giovanni Dosi, Christopher Freeman, Richard Nelson, Gerald Silverberg et Luc Soete eds, Pinter Publishers, London, 1988, pp. 349-369.

(2) Johnson B., « Towards a New Approach to National System of Innovation, Institutional Learning », in *National System of Innovation*, Bengt-Ake Lundvall ed., Pinter, 1992 et 1995, pp. 23-44.

teurs et consommateurs au cours du temps, relations inter entreprises..., en identifiant les motivations de chacune des parties, d'un côté, le producteur qui doit rendre compétents les utilisateurs et s'assurer de leurs capacités d'apprentissage (qu'il s'agisse d'innovations de processus ou de produits), de l'autre, les utilisateurs qui ont besoin de communiquer avec les producteurs pour que ceux-ci adaptent le produit (ou le processus) à leurs besoins ou que ces besoins évoluent. Or ces facteurs sont intimement intégrés à l'histoire de pays, même proches, et entrent comme tels comme éléments explicatifs des différences de taux de croissance, même rapporté à un rythme donné d'innovations.

Le deuxième thème, sous le nom de système technique, revient finalement à mettre en lumière l'interdépendance des innovations qui explique largement l'adaptabilité du système productif d'un pays au marché mondial, tel qu'il fonctionne à un moment déterminé. Il paraît difficile d'évoquer la dispersion nécessaire d'un effort politique d'innovation sans prendre en compte l'interdépendance entre secteurs d'activité.

Le concept de système technique, lui, est directement issu de la théorie schumpétérienne. L'intérêt pour nous de l'approche de l'évolution différenciée en termes de systèmes techniques réside dans la mise en lumière de l'interdépendance des techniques et donc des innovations. Les analyses de Gille<sup>(3)</sup> et de Gold<sup>(4)</sup> ont permis de confirmer et d'approfondir ces notions d'interdépendance et de réseaux d'interdépendance.

En effet, ce concept repose sur l'idée qu'un ensemble d'innovations apparaît et que, se renforçant les unes les autres, elles créent un entrelacs, ensemble constitué des techniques ainsi que des modes et moyens de production et de consommation (et d'une organisation de travail spécifique) que ces techniques induisent. Ce système est lui-même organisé, cohérent et tel que l'accent doit être mis davantage sur les relations entre les éléments que sur les éléments pris individuellement.

Les travaux des économistes prennent désormais en compte cette interdépendance. Rosenberg<sup>(5)</sup> introduit ainsi la notion de « complementary innovations », notant que le succès d'une innovation est souvent dépendant de modifications apparues ailleurs dans le système. Cette notion de système trouve son aboutissement dans les travaux de Freeman<sup>(6)</sup> qui

---

(3) Gille B., *Histoire des Techniques*, La Pléiade, Gallimard, 1978.

(4) Gold B., « On the adoption of Technological Innovations in Industry : Superficial Models and Complex Decisions », *Omega*, vol. 8 (5), p. 505-516.

(5) Rosenberg N., *Inside the Black Box : Technology and Economics*, Cambridge University Press, London, 1982.

(6) Freeman C., « The Nature of Innovation and the Evolution of the Productive System », in *Technology and Productivity*, The Technology Economic Programme, OCDE, Paris, 1991, pp. 303-314.

définit pour sa part le concept de « système technologique ». C. Perez<sup>(7)</sup> à sa suite insistera sur le fait que l'accent est mis « non pas sur l'introduction des innovations prises individuellement mais sur leurs taux de diffusion comme systèmes interconnectés de changement technique ». À ce système technologique correspond un type idéal d'organisation productive qui définit un « best practice frontier ». Du système technologique on passe ainsi au système techno-économique. Ce dernier peut être résumé par ce que Freeman appelle le paradigme techno-économique, c'est-à-dire « un ensemble de principes simples et "accepted common-sense" caché derrière l'apparente infinie variété des innovations ». C'est ce paradigme qui constitue la cohérence du système.

Enfin, la théorie de l'innovation a été bouleversée par les travaux de l'école évolutionniste depuis une dizaine d'années. La traduction la plus concrète de cette approche revient à indiquer qu'une nation comme une entreprise se trouve située, dans son développement, sur une trajectoire technologique qui conditionne largement ses capacités d'assimilation des nouvelles technologies.

Au départ, la théorie « évolutionniste » est née de l'adaptation des concepts de l'évolutionnisme darwinien aux phénomènes économiques par analogie avec la biologie. Du darwinisme ils retiendront essentiellement trois principes :

- les organismes varient et leurs variations se transmettent en partie à leurs descendants ;
- ils produisent plus de descendants qu'il ne peut en survivre ;
- en règle générale, les descendants qui varient dans la direction favorisée par l'environnement survivront et se reproduiront. Ces caractéristiques favorables se répandront dans la population : c'est la sélection naturelle.

Les évolutionnistes ont interprété ces principes en exprimant que, pour une « entité économique », entreprise, secteur, région, nation..., le poids du passé (issu de l'histoire) et l'état de l'environnement, connu imparfaitement, sont des contraintes qui conditionnent les comportements, donc leur évolution entre l'instant  $t$  et l'instant  $t + 1$ . Le processus d'évolution n'est donc en fait qu'une suite de déséquilibres où s'opère à la fois une sélection des techniques, qui élimine peu à peu les techniques les moins performantes économiquement, et l'émergence de nouvelles

---

(7) Perez C., « Microelectronics, Long Waves and World Structural Change » : New perspective for Developing Countries », in *World Development*, Pergamon Press, vol. 13, n° 3, mars 1985, pp. 441-463.

techniques, qui tendent à diversifier les méthodes de production et les produits proposés.

Il s'agit ici aussi d'une rupture totale avec la théorie néoclassique, dans laquelle à chaque instant  $t$ , on observe un équilibre sur les différents marchés – marché des connaissances, marché de l'invention –, où les comportements, insensibles au temps, sont homogènes – maximisation du profit ou d'un critère équivalent – et qui suppose une connaissance « commune et totale » de l'environnement – hypothèse d'information parfaite. L'évolution se situe dans un cadre dynamique où direction et intensité de l'évolution sont des paramètres clés et où la notion d'équilibre instantané n'a pas d'utilité. Nous sommes donc bien dans la continuité de Schumpeter. Les évolutionnistes refusent l'automatisme des modèles traditionnels où la R&D entraîne un certain progrès technique, avec un changement de la fonction de production...

La démarche évolutionniste est un apport essentiel par rapport à notre interrogation, car elle a pour vocation d'être fondamentalement macro-économique, comme le montrent Nelson, Winter et Schuette<sup>(8)</sup> : « la théorie orthodoxe suppose un accès universel à la même technologie que les firmes choisissent de manière optimale et considère les différences d'offres de facteurs comme explication des différences de productivité. Par opposition, le modèle évolutionniste traite le développement économique comme un processus d'adaptation, non comme un processus de maximisation et regarde les différences de croissance et de productivité inter-pays en termes de déséquilibre diffus. Dans cette perspective, ce qui compte c'est bien la déformation progressive du système technique appliqué à un système économique donné ».

C'est là donc tout l'intérêt de la démarche évolutionniste que de bien montrer qu'une entreprise, comme un pays, suit une trajectoire technologique définie comme « l'activité de progrès technologique le long des contraintes économiques et technologiques définies par le paradigme » (Dosi, 1988). C'est à partir de cette notion même de trajectoire que l'on peut dire que le processus d'innovation est dynamique, séquentiel, cumulatif et irréversible. La trajectoire technologique apparaît en effet comme largement déterminée par le poids de son histoire économique et technologique et par le fonctionnement du marché à l'instant présent. Elle peut être un instrument efficace dans la recherche des raisons pour lesquelles les États-Unis sont sur une trajectoire porteuse d'emplois, alors que

---

(8) Nelson R.R., Winter S.G., Schuette H.L., « Technical Change in an Evolutionary Model », *Quarterly Economic Journal*, vol. 90, 1976, pp. 90-118.

l'Europe est sur une trajectoire destructrice d'emplois avec des technologies similaires.

C'est armé de ces outils analytiques, encore un peu théoriques, que l'on peut prolonger la réflexion et que l'on peut envisager des remises en cause encore plus profondes, non seulement de notre système de recherche mais également de l'ensemble des relations entre la Connaissance et la société française.

## Annexe D

# L'évolution des industries françaises de haute technologie : éléments descriptifs

Nicolas Iung et Philippe Lagarde  
*INSEE*

### Le classement des branches par intensité technologique

En s'inspirant de la méthodologie de l'OCDE<sup>(1)</sup>, on peut classer les différentes branches de l'industrie manufacturière en fonction de leur intensité technologique. Celle-ci est définie comme le rapport des dépenses de recherche et développement sur la production.

Plus précisément, il s'agit de la somme des dépenses de recherche et de développement déflatées sur la période 1986-1991 divisée par la somme des productions déflatées sur la même période. Ensuite, on déduit de cet indice un classement des différentes branches<sup>(2)</sup> (tableau 1).

L'intensité technologique est de 2,8 % sur l'ensemble de l'industrie manufacturière et dépasse 5 % pour cinq secteurs (construction aéronautique, matériel électrique, industrie pharmaceutique, machines de bureau et matériel de traitement de l'information, industrie de l'armement).

### Intensité technologique, emploi et valeur ajoutée

Ayant effectué ce classement des branches par intensité technologique décroissante, on peut s'intéresser aux liens entre l'intensité technologique d'une branche et son emploi ou sa valeur ajoutée.

---

(1) La classification de l'OCDE est réalisée en vue d'effectuer des comparaisons internationales. Elle est donc définie pour l'ensemble des pays de l'OCDE et ne rend pas compte de l'hétérogénéité des technologies existant entre les pays. En outre, elle se situe à un niveau plus agrégé que celui que l'on retient ici et regroupe les branches en quatre catégories : les industries de haute technologie, de moyenne-haute, de moyenne-faible et enfin de faible technologie.

(2) On considère ici le niveau 100 de la nomenclature NAP, ce qui conduit à retenir 36 secteurs dans l'industrie manufacturière.

## 1 : Classement des branches par intensité technologique décroissante

Rang	Intensité technologique en %	
1	19,1	33. Construction aéronautique
2	12,2	29. Matériel électrique ménager et professionnel
3	7,2	19. Industrie pharmaceutique
4	6,2	27. Machines de bureau et matériel de traitement de l'information
5	5,0	26. Industrie de l'armement
6	4,3	52. Pneumatiques et industrie en caoutchouc
7	2,7	28. Fabrication de matériel électrique
8	2,6	34. Fabrication d'instruments et de matériel de précision
9	2,6	18. Parachimie
10	2,6	31. Véhicules automobiles et autres matériels de transport terrestre
11	2,5	17. Industrie chimique de base
12	2,1	43. Industrie des fils et fibres artificiels et synthétiques
13	1,3	30. Fabrication d'équipement ménager
14	1,1	16. Industrie du verre
15	1,1	23. Fabrication de machines-outils
16	1,0	24. Production d'équipement industriel
17	1,0	53. Transformation des matières plastiques
18	0,9	22. Production de machines agricoles
19	0,9	11. Première transformation de l'acier
20	0,7	10. Sidérurgie
21	0,6	13. Métallurgie et première transformation des métaux non ferreux
22	0,6	25. Fabrication de matériel de manutention pour les mines, la sidérurgie, le génie civil
23	0,4	51. Imprimerie, presse, édition
24	0,4	54. Industries diverses.
25	0,3	14. Production de minéraux divers
26	0,3	21. Travail des métaux
27	0,2	32. Construction navale
28	0,2	15. Production de matériaux de construction et de céramique
29	0,2	50. Industrie du papier et du carton
30	0,1	44. Industrie textile
31	0,1	20. Fonderie
32	0,1	45. Industrie du cuir
33	0,1	46. Industrie de la chaussure
34	0,0	47. Industrie de l'habillement
35	0,0	48. Travail mécanique du bois
36	0,0	49. Industrie de l'ameublement
	2,8	Ensemble du secteur manufacturier

Sources : Comptes nationaux (INSEE) et enquête Recherche (ministère de la Recherche et de l'Enseignement supérieur).

## Les effets en jeu

Le progrès technique permet *a priori* une hausse de la valeur ajoutée. Par contre, son impact sur l'emploi transite par de multiples canaux.

Ainsi, les innovations permettent d'accroître la diversité des produits proposés par un secteur donc sa demande et son emploi, si la répartition de la demande domestique entre les différents secteurs se modifie ou si la demande étrangère s'accroît.

De plus, les innovations peuvent permettre de baisser les coûts de production et donc les prix ce qui stimule là encore les débouchés et donc l'emploi.

*A contrario*, le progrès technique peut provoquer une hausse de la productivité moyenne du travail et donc une baisse des effectifs à production donnée.

La résultante de ces différents facteurs est *a priori* indéterminée et seule une analyse empirique peut permettre de trancher.

## Les corrélations empiriques

On trouve bien que la valeur ajoutée des branches (en niveaux et en taux de croissance annuels moyens) est positivement corrélée à leur intensité technologique. En outre, l'emploi des branches n'est pas corrélé à leur intensité technologique mais le taux de croissance de cet emploi l'est.

Les tableaux 2 et 3 donnent les parts de la valeur ajoutée et de l'emploi des différentes branches dans l'industrie manufacturière (année 1995). À partir de ces chiffres, on constate que l'emploi d'une branche n'est pas corrélé avec son intensité technologique<sup>(3)</sup> alors que sa valeur ajoutée l'est faiblement<sup>(4)</sup> : les branches qui sont relativement plus intenses en technologie que les autres enregistrent des valeurs ajoutées plus élevées.

Ainsi, les cinq branches d'indices technologiques les plus forts représentent 13,43 % de l'emploi de l'industrie manufacturière soit un chiffre proche des 13,89 % escomptés si tous les secteurs étaient identiques<sup>(5)</sup> (graphique 2). Par contre ces cinq branches représentent 20,17 % de la valeur ajoutée de l'industrie manufacturière (graphique 1).

---

(3) En effet, quand on régresse la part de l'emploi des branches dans l'industrie manufacturière sur leur intensité technologique, le coefficient trouvé n'est pas significatif.

(4) En effet, quand on régresse la part de la valeur ajoutée des branches dans l'industrie manufacturière sur leur intensité technologique, le coefficient est de 0,184 (écart type 0,098). Il est donc significatif au seuil de 7 %.

(5) On distingue 36 secteurs. Si ils étaient tous identiques, cinq secteurs représenteraient une part de  $5/36 = 13,89$ .

## 2 : Part de la valeur ajoutée des branches

Rang	Branches	1980	1985	1990	1995
1	33. Construction aéronautique	2,9	3,4	3,3	3,2
2	29. Matériel électrique ménager et professionnel	5,7	7,5	7,4	8,6
3	19. Industrie pharmaceutique	1,8	2,9	3,4	4,3
4	27. Machines de bureau et matériel de traitement de l'information	1,9	2,1	2,4	3,8
5	26. Industrie de l'armement	0,6	0,5	0,4	0,2
6	52. Pneumatiques et industrie en caoutchouc	1,9	1,9	1,9	1,8
7	28. Fabrication de matériel électrique	4,2	4,6	4,9	5,2
8	34. Fabrication d'instruments et de matériel de précision	1,7	2,0	1,8	1,9
9	18. Parachimie	3,0	3,6	3,8	4,4
10	31. Véhicules automobiles et autres matériels de transport terrestre	9,8	8,3	8,6	7,8
11	17. Industrie chimique de base	4,8	5,2	5,7	6,0
12	43. Industrie des fils et fibres artificiels et synthétiques	0,1	0,1	0,1	0,1
13	30. Fabrication d'équipement ménager	1,1	1,1	1,3	1,5
14	16. Industrie du verre	1,7	1,6	1,5	1,6
15	23. Fabrication de machines-outils	1,5	1,1	1,1	0,8
16	24. Production d'équipement industriel	5,6	5,9	5,7	5,5
17	53. Transformation des matières plastiques	2,4	2,5	2,7	2,7
18	22. Production de machines agricoles	1,1	0,9	0,7	0,6
19	11. Première transformation de l'acier	1,1	1,1	1,1	0,9
20	10. Sidérurgie	2,7	1,8	1,7	1,6
21	13. Métallurgie et première transformation des métaux non ferreux	1,9	2,4	2,7	2,6
22	25. Fabrication de matériel de manutention pour les mines, la sidérurgie, le génie civil	1,7	1,6	1,7	1,4
23	51. Imprimerie, presse, édition	5,1	5,2	5,0	5,2
24	54. Industries diverses	2,1	2,4	1,9	1,8
25	14. Production de minéraux divers	0,4	0,4	0,3	0,3
26	21. Travail des métaux	9,2	8,2	8,6	8,3
27	32. Construction navale	0,8	0,8	0,8	0,4
28	15. Production de matériaux de construction et de céramique	4,7	4,0	3,9	3,6
29	50. Industrie du papier et du carton	2,7	2,8	2,8	2,5
30	44. Industrie textile	4,7	4,4	3,7	3,2
31	20. Fonderie	1,3	1,0	1,1	1,1
32	45. Industrie du cuir	0,6	0,5	0,4	0,3
33	46. Industrie de la chaussure	1,1	1,0	0,7	0,6
34	47. Industrie de l'habillement	3,6	3,6	3,0	2,6
35	48. Travail mécanique du bois	2,2	2,0	2,2	2,3
36	49. Industrie de l'ameublement	2,2	1,9	1,9	1,7

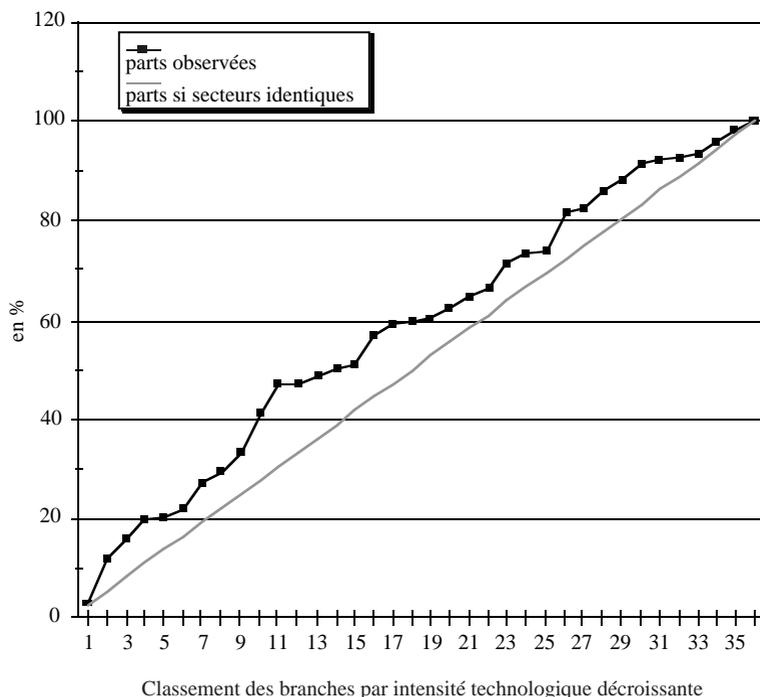
Source : Comptes nationaux (INSEE).

### 3 : Part de l'emploi des branches dans celui de l'industrie manufacturière

Rang	Branches	1980	1985	1990	1995
1	33. Construction aéronautique	2,3	2,9	2,7	2,9
2	29. Matériel électrique ménager et professionnel	5,6	6,1	6,1	6,3
3	19. Industrie pharmaceutique	1,3	1,7	1,9	2,2
4	27. Machines de bureau et matériel de traitement de l'information	0,8	1,3	1,5	1,5
5	26. Industrie de l'armement	0,7	0,7	0,6	0,6
6	52. Pneumatiques et industrie en caoutchouc	2,2	2,2	2,4	2,4
7	28. Fabrication de matériel électrique	4,1	4,5	4,8	5,0
8	34. Fabrication d'instruments et de matériel de précision	1,7	1,7	1,9	1,8
9	18. Parachimie	2,3	2,5	2,7	2,9
10	31. Véhicules automobiles et autres matériels de transport terrestre	10,7	10,3	9,7	10,2
11	17. Industrie chimique de base	2,9	3,0	2,8	2,8
12	43. Industrie des fils et fibres artificiels et synthétiques	0,3	0,2	0,2	0,1
13	30. Fabrication d'équipement ménager	1,2	1,2	1,1	1,0
14	16. Industrie du verre	1,4	1,4	1,4	1,5
15	23. Fabrication de machines-outils	1,4	1,2	1,1	1,0
16	24. Production d'équipement industriel	5,6	5,7	5,8	6,0
17	53. Transformation des matières plastiques	2,4	2,6	3,1	3,5
18	22. Production de machines agricoles	1,1	1,0	0,8	0,8
19	11. Première transformation de l'acier	1,1	1,0	0,8	0,7
20	10. Sidérurgie	2,3	2,2	1,5	1,4
21	13. Métallurgie et première transformation des métaux non ferreux	1,4	1,3	1,2	1,2
22	25. Fabrication de matériel de manutention pour les mines, la sidérurgie, le génie civil	1,5	1,5	1,5	1,5
23	51. Imprimerie, presse, édition	4,7	5,4	6,3	6,7
24	54. Industries diverses	2,5	2,7	2,8	2,6
25	14. Production de minéraux divers	0,3	0,4	0,4	0,3
26	21. Travail des métaux	8,9	8,3	9,2	9,1
27	32. Construction navale	1,3	1,3	1,0	0,9
28	15. Production de matériaux de construction et de céramique	3,8	3,2	3,3	3,2
29	50. Industrie du papier et du carton	2,5	2,6	2,7	2,9
30	44. Industrie textile	6,5	6,1	5,4	4,5
31	20. Fonderie	2,1	2,1	2,4	2,4
32	45. Industrie du cuir	0,7	0,6	0,6	0,5
33	46. Industrie de la chaussure	1,5	1,5	1,3	1,1
34	47. Industrie de l'habillement	5,3	4,7	3,9	3,5
35	48. Travail mécanique du bois	2,6	2,4	2,5	2,5
36	49. Industrie de l'ameublement	2,8	2,6	2,7	2,7

Source : Comptes nationaux (INSEE).

### 1 : Parts cumulées de la valeur ajoutée dans l'industrie manufacturière pour les différentes branches classées par intensité technologique



Note : On a représenté les parts observées et les parts que l'on observerait si tous les secteurs étaient identiques.

Source : Comptes nationaux (INSEE), Chiffres 1995.

Il faut toutefois rappeler que ces chiffres ne concernent que l'industrie manufacturière qui ne représente que 15,7 % de l'emploi total et 18,42 % de la valeur ajoutée totale (chiffres 1995).

On peut outre les niveaux, étudier les taux de croissance de l'emploi et de la valeur ajoutée par branches (tableau 4). Sur la période 1980-1995, l'emploi du secteur manufacturier a chuté de 2,16 % (taux de croissance annuel moyen) alors que la valeur ajoutée de ce secteur a augmenté de 0,84 %.

Le graphique 3 représente ces taux de croissance dans les 36 branches de l'industrie manufacturière en fonction de leur rang dans le classement technologique. Le taux de croissance annuel moyen de la valeur ajoutée varie de + 6,93 % (industrie pharmaceutique) à - 5,61 % (industrie d'armement).

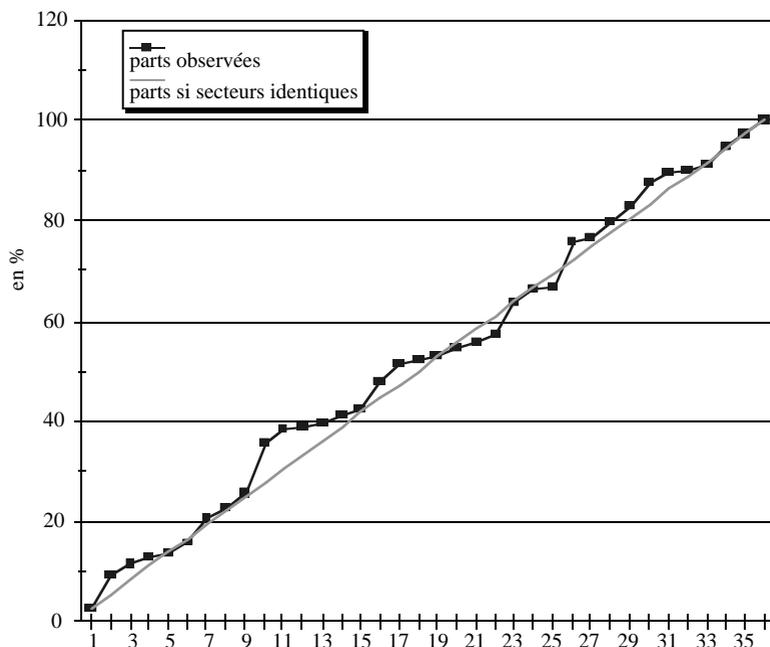
#### 4 : Niveau de l'emploi et de la valeur ajoutée en 1980 et 1995 et taux de croissance annuel moyen sur la période

Rang	Branches	Emploi (1980)	Emploi (1995)	Taux (*)	Valeur ajoutée (1980)	Valeur ajoutée (1995)	Taux (*)
1	33. Construction aéronautique	112,3	100,0	-0,77	16 032	20 249	1,57
2	29. Matériel électrique ménager et professionnel	273,8	219,0	-1,48	31 517	54 307	3,69
3	19. Industrie pharmaceutique	63,1	78,3	1,45	9 857	26 915	6,93
4	27. Machines de bureau et matériel de traitement de l'information	39,9	53,1	1,92	10 677	23 999	5,55
5	26. Industrie de l'armement	31,7	19,2	-3,29	3 202	1 346	-5,61
6	52. Pneumatiques et industrie en caoutchouc	107,1	83,2	-1,67	10 492	11 156	0,41
7	28. Fabrication de matériel électrique	198,9	175,6	-0,83	23 170	32 561	2,29
8	34. Fabrication d'instruments et de matériel de précision	81,4	63,9	-1,60	9 324	11 686	1,52
9	18. Parachimie	112,8	100,2	-0,79	16 774	27 336	3,31
10	31. Véhicules automobiles et autres matériels de transport terrestre	519,6	356,5	-2,48	54 522	49 183	-0,68
11	17. Industrie chimique de base	142,1	96,9	-2,52	26 665	37 746	2,34
12	43. Industrie des fils et fibres artificiels et synthétiques	12,2	4,0	-7,16	642	427	-2,68
13	30. Fabrication d'équipement ménager	59,7	35,7	-3,37	6 215	9 205	2,65
14	16. Industrie du verre	69,2	52,1	-1,87	9 171	10 316	0,79
15	23. Fabrication de machines-outils	67,7	34,8	-4,34	8 456	4 730	-3,80
16	24. Production d'équipement industriel	269,6	210,1	-1,65	30 996	34 410	0,70
17	53. Transformation des matières plastiques	117,7	120,9	0,18	13 030	16 779	1,70
18	22. Production de machines agricoles	52,6	27,1	-4,32	6 101	3 803	-3,10
19	11. Première transformation de l'acier	51,8	26,0	-4,49	6 217	5 783	-0,48
20	10. Sidérurgie	113,2	49,3	-5,39	15 129	9 962	-2,75
21	13. Métallurgie et première transformation des métaux non ferreux	65,3	41,3	-3,01	10 478	16 325	3,00
22	25. Fabrication de matériel de manutention pour les mines, la sidérurgie, le génie civil	73,1	51,7	-2,28	9 218	8 493	-0,54
23	51. Imprimerie, presse, édition	226,8	233,9	0,21	28 145	32 459	0,96
24	54. Industries diverses	122,6	91,1	-1,96	11 713	11 136	-0,34
25	14. Production de minéraux divers	16,3	11,6	-2,24	2 237	1 680	-1,89
26	21. Travail des métaux	432,5	318,1	-2,03	51 216	52 221	0,13
27	32. Construction navale	63,2	32,3	-4,38	4 385	2 776	-3,00
28	15. Production de matériaux de construction et de céramique	182,6	110,2	-3,31	25 856	22 336	-0,97
29	50. Industrie du papier et du carton	122,4	101,0	-1,27	15 180	15 448	0,12
30	44. Industrie textile	313,1	157,6	-4,47	25 905	20 131	-1,67
31	20. Fonderie	101,3	82,8	-1,34	7 141	6 583	-0,54
32	45. Industrie du cuir	35,9	16,0	-5,25	3 201	1 743	-3,97
33	46. Industrie de la chaussure	75,0	39,0	-4,27	5 965	3 685	-3,16
34	47. Industrie de l'habillement	256,5	120,8	-4,90	20 039	16 044	-1,47
35	48. Travail mécanique du bois	123,6	86,4	-2,36	12 206	14 146	0,99
36	49. Industrie de l'ameublement	137,9	95,0	-2,45	12 029	10 542	-0,88
	Ensemble du secteur manufacturier	4 854,8	3 498,1	-2,16	554 697	628 414	0,84

Note : (\*) Taux de croissance annuel moyen.

Sources : Comptes nationaux (INSEE).

## 2 : Parts cumulées de l'emploi dans l'industrie manufacturière pour les différentes branches classées par intensité technologique



*Note* : Classement des branches par intensité technologique décroissante. On a représenté les parts observées et les parts que l'on observerait si tous les secteurs étaient identiques.

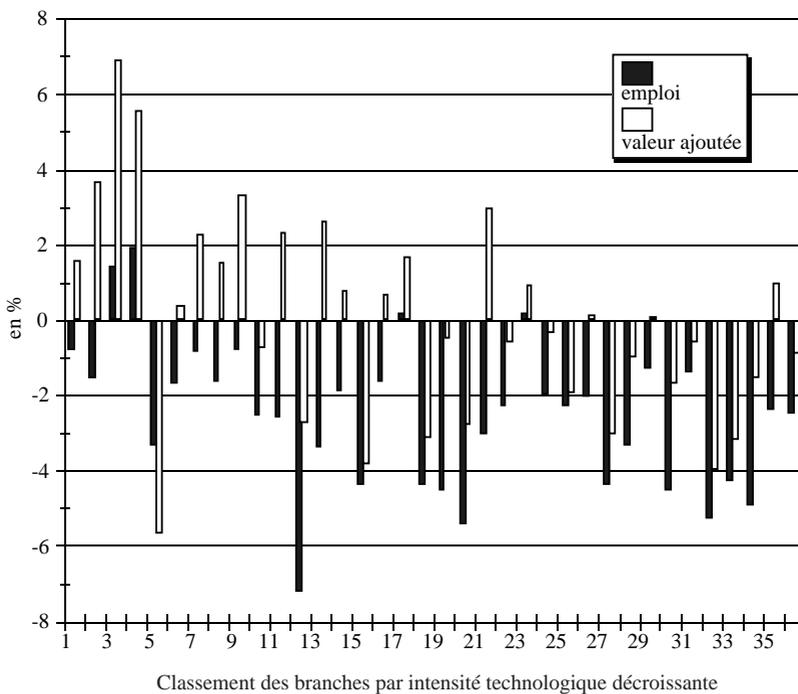
*Source* : Comptes nationaux (INSEE), Chiffres 1995.

Le taux de croissance annuel moyen de l'emploi varie de + 1,92 % (machines de bureau et matériel de traitement de l'information) à - 7,16 % (industrie des fils et fibres artificiels et synthétiques). Plus précisément, l'emploi ne progresse que dans 4 branches, soit 11 % des branches.

Ces évolutions peuvent se relier à l'intensité technologique des différentes branches. Ainsi, des régressions suggèrent que le taux de croissance annuel moyen de l'emploi des branches<sup>(6)</sup> est corrélé positivement avec leur intensité technologique (graphique 4). Il en est de même pour le taux de croissance annuel moyen de la valeur ajoutée (graphique 5).

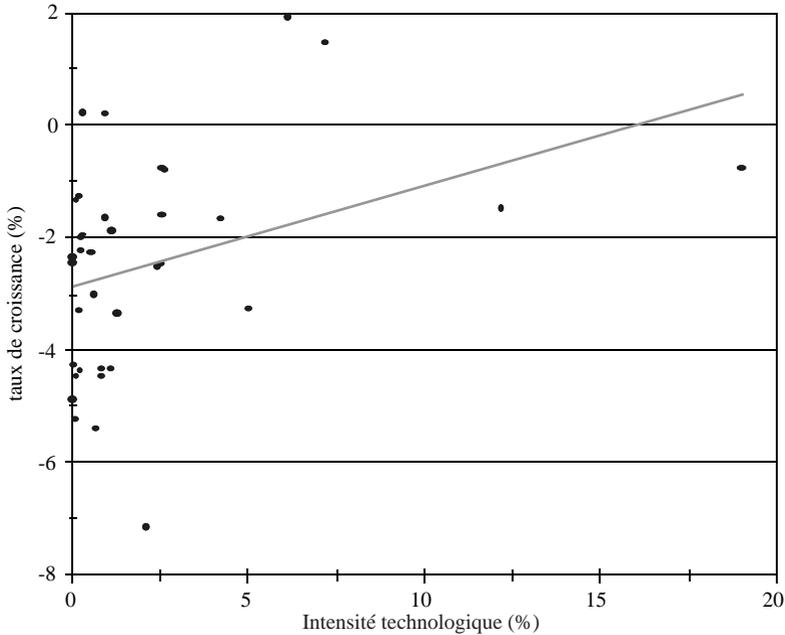
(6) Il s'agit des branches suivantes : industrie pharmaceutique, machines de bureau et matériel de traitement de l'information, transformation des matières plastiques, imprimerie-presse-édition.

### 3 : Taux de croissance annuels moyens de l'emploi et de la valeur ajoutée pour les différentes branches classées par intensité technologique (période 1980-1995)



Source : Comptes nationaux (INSEE).

#### 4 : Taux de croissance annuels moyens de l'emploi en fonction de l'intensité technologique (1980-1995)



*Note* : Le taux de croissance annuel moyen de l'emploi des branches est corrélé positivement avec leur intensité technologique.

En effet, les résultats de la régression correspondante sont :

$$\text{taux de croissance annuel de l'emploi} = -2,91 + 0,19 \times \text{intensité technologique}$$

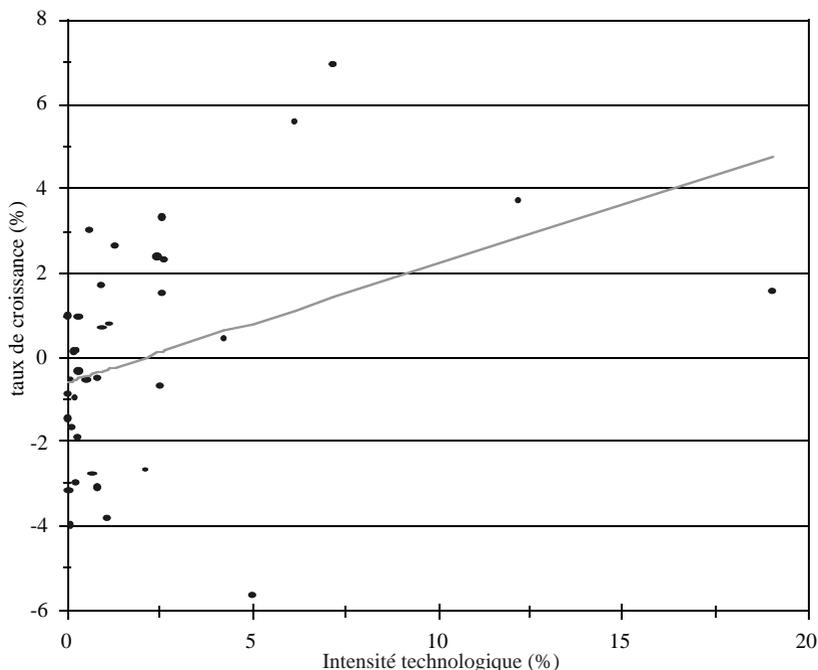
(0,35) (0,08)

Si on se limite aux branches d'intensité technologique supérieure à 2 %, soit 12 branches, on obtient encore la corrélation positive précédente mais elle devient non significative car le nombre de points inclus dans la régression est insuffisant.

Par ailleurs, on peut régresser le rang des branches (classées selon leur taux de croissance annuel moyen de leur emploi) sur le rang des branches (classées selon leur intensité technologique). Ces deux rangs sont corrélés positivement (coefficient de régression de 0,41 d'écart type 0,15) ce qui corrobore la corrélation positive trouvée précédemment entre le taux de croissance de l'emploi d'une branche et son intensité technologique.

*Source* : Comptes nationaux (INSEE).

## 5 : Taux de croissance annuels moyens de la valeur ajoutée en fonction de l'intensité technologique (1980-1995)



*Note* : Le taux de croissance annuel moyen de la valeur ajoutée des branches est corrélé positivement avec leur intensité technologique.

En effet, les résultats de la régression correspondante sont :

$$\text{taux de croissance annuel de l'emploi} = -0,59 + 0,28 \times \text{intensité technologique}$$

(0,48) (0,11)

Si on se limite aux branches d'intensité technologique supérieure à 2 %, soit 12 branches, on obtient encore la corrélation positive précédente mais elle devient non significative car le nombre de points inclus dans la régression est insuffisant.

Par ailleurs, on peut régresser le rang des branches (classées selon leur taux de croissance annuel moyen de leur valeur ajoutée) sur le rang des branches (classées selon leur intensité technologique). Ces deux rangs sont corrélés positivement (coefficient de régression de 0,49 d'écart type 0,14) ce qui corrobore la corrélation positive trouvée précédemment entre le taux de croissance de la valeur ajoutée d'une branche et son intensité technologique.

*Source* : Comptes nationaux (INSEE).

## Annexe E

# Quelques indicateurs de la compétitivité technologique de la France

Rémi Barré, Pierre Papon et Françoise Laville  
*Observatoire des Sciences et des Techniques*

### Les positions technologiques mesurées par la dépense de R&D industrielle

La France, depuis 1990, a globalement accru sa part de dépenses d'exécution de R&D industrielle par rapport à l'OCDE, passant de 6,7 à 7,2 % ; elle a également augmenté par rapport à l'Union européenne (tableau 1).

#### 1. Parts OCDE et européenne de la France en R&D industrielle par secteur industriel (1990 et 1994)

	R&D industrielle			
	Part/OCDE (%)		Part/UE (%)	
Secteurs industriels	1990	1994	1990	1994
Aérospatial	9,4	10,4	35,9	36,1
Électronique	7,1	8,6	25,7	26,8
Pharmacie	6,9	6,3	17,5	17,8
Biens d'équipement	3,7	4,3	12,3	14,9
Transports terrestres	6,5	7,3	19,7	20,7
Chimie	7,4	7,0	20,9	22,5
Intensifs en ressources naturelles	5,5	6,5	23,0	27,7
Intensifs en main-d'œuvre	4,3	6,4	12,9	20,1
Ensemble	6,7	7,2	21,9	23,0

Sources : Données OCDE (STAN), traitements OST. Rapport OST, 1998.

En 1994, dans le domaine de l'aérospatial, la France est à 10,4 % du total OCDE ; elle est à 8,6 % en électronique (technologies de l'information), ces deux secteurs ayant vu la part des dépenses de R&D industrielle de la France croître sensiblement.

La croissance relative des dépenses de R&D industrielle de la France (+ 1,3 % par an depuis 1990 par rapport aux pays de l'OCDE) témoigne de la bonne tenue de l'investissement immatériel des entreprises, en particulier de R&D, dans un contexte de faiblesse – plus accentuée qu'ailleurs – de l'investissement matériel.

Ceci peut en partie s'expliquer par le maintien des incitations fiscales et autres à la R&D, ainsi que par la décroissance plus lente que dans d'autres pays des contrats publics liés aux grands programmes civils et militaires dont bénéficient les entreprises.

## Les positions technologiques mesurées par les parts mondiales et européennes de dépôts de brevet

### 2. Évolutions des positions brevet de la France (1987-1996)

	1987	Variation annuelle entre 1987 et 1990	1990	Variation annuelle entre 1990 et 1993	1993	Variation annuelle entre 1993 et 1996	1996
France dans monde	100	- 1 %	97	- 2 %	91	- 3 %	83
UE dans monde	100	- 2 %	94	- 3 %	85	- 2 %	79
France dans UE	100	+ 1 %	103	+ 1 %	106	- 1,5 %	101

*Notes :* Les variations sont indiquées en valeur annuelle moyenne. Les chiffres correspondent à la moyenne des parts mondiales de la France sur le brevet européen et américain. Les calculs sont effectués pour toute la période considérée sur les 15 pays membres de l'UE. Des effets d'arrondis expliquent les non-concordances dans le tableau.

Les positions technologiques de la France – mesurées par les parts mondiales de dépôts de brevet en moyenne dans les systèmes européen et américain – ont chuté, depuis 1987, de 20 % (tableau 2) ; plus grave encore, le rythme de cette contraction de la part mondiale de la France a tendance à s'accroître, pour atteindre - 3 % par an depuis 1993 ; elle est désormais supérieure à la moyenne des pays de l'UE, ce qui n'était pas le cas jusqu'en 1993. La France est aujourd'hui en décroissance au sein de l'UE.

# Les positions technologiques mesurées par les parts mondiales et européennes dans les technologies-clés

## Les positions de la France

La France invente 7,2 % de l'ensemble des brevets européens relatifs aux technologies-clés (TC), ce qui représente 20,2 % de ceux inventés par les pays de l'Union européenne (tableau 3). Comme par ailleurs la part mondiale de la France, en brevet européen en général, est de 7 % et sa part dans l'Union européenne de 16,2 %, on peut en conclure que la position française sur les technologies-clés est similaire à sa position technologique en général.

La part mondiale de la France en technologies-clés était de 8,4 % en 1990, ce qui correspond à une diminution de 2,5 % par an ; la part

### 3. Parts mondiale et européenne dans les technologies-clés par domaine (1990 et 1996)

Domaines technologies-clés	1990		1996	
	Part/Monde (%)	Part/UE (%)	Part/Monde (%)	Part/UE (%)
Composants électriques et électroniques	7,2	25,4	5,0	17,4
Audiovisuel, Télécommunications	6,7	16,6	5,3	20,0
Informatique	5,3	25,4	4,9	28,9
Instrumentation	10,9	22,7	7,2	18,3
Produits pharmaceutiques, médicaments	7,4	26,2	6,6	25,8
Biotechnologies	5,3	17,5	6,4	21,8
Matériaux	8,3	21,6	7,8	18,0
Procédés industriels	6,5	17,6	6,5	14,6
Environnement	12,3	19,5	12,1	19,4
Transports	10,6	18,3	12,1	22,2
BTP	11,0	20,7	5,8	16,9
Ensemble technologies-clés	8,4	21,6	7,2	20,2

*Note* : Sur les 136 technologies-clés (TC) identifiées par le ministère de l'Industrie, 99 ont pu faire l'objet d'un repérage par le brevet dans le système européen, grâce à une collaboration entre l'OST, l'INPI (Institut français de la propriété industrielle) et l'OEB (Office européen de brevets). Le poids mondial de la France a été calculé pour chacune d'elles, mais pour 88 d'entre elles seulement, le nombre de brevets a été jugé suffisant pour constituer un indicateur d'activité technologique significatif (supérieur à 50 brevets sur la période 1980-1996). Ces technologies ont ensuite été regroupées en onze domaines de technologies-clés (domaines TC) ; pour chacun d'eux, la position française est la moyenne arithmétique des positions sur les TC qui constituent le domaine TC.

*Sources* : Données INPI et OEB, traitements OST. Rapport OST, 1998.

européenne de la France est également en diminution, de 21,6 à 20,2 %, ce qui correspond à une diminution de 1 % par an.

La position de la France sur les technologies-clés est forte – supérieure à 12 % en poids mondial – dans les domaines des technologies de l’environnement et des transports, avec une évolution favorable dans ce dernier domaine ; cependant, la force de l’Allemagne dans ces champs technologiques ne permet pas une position européenne de la France meilleure qu’ailleurs.

La position mondiale de la France est la plus faible – autour de 5 % – dans les domaines électronique-télécommunications ; cependant, la faiblesse de la position européenne fait que le poids européen de la France y est proche de sa moyenne. Le domaine de l’informatique est paradoxal : la France y a son plus faible poids mondial (4,9 %) et son plus fort poids européen (28,9 %), ce qui traduit la médiocrité de l’Europe en ce domaine.

La position de la France sur les TC s’améliore dans les biotechnologies (6,4 % en part mondiale et 21,8 % en part européenne). En revanche, elle se détériore fortement tant en part mondiale qu’eupéenne dans les TC du bâtiment-travaux publics (BTP), en instrumentation et en composants électriques et électroniques. La position de la France recule légèrement en matériaux, produits pharmaceutiques-médicaments et procédés industriels.

## Les positions des régions françaises

Les poids relatifs des différentes régions françaises dans les dépôts de brevets européens reflètent leur poids technologique national ainsi que leur spécialisation. Il est intéressant cependant de mettre en évidence des variations relatives des positions régionales pour les secteurs analysés sur la période 1990-1996. Ainsi, on constate un recul très marqué des parts nationales des régions suivantes dans les secteurs analysés (c’est-à-dire de leur poids relatif dans les dépôts français de brevets européens) tableaux A1 à A7 ci-après :

- Électronique : Île-de-France (– 27 %), Alsace (– 21 %) ;
- Pharmacie-cosmétiques : Rhône-Alpes (– 31 %), Nord-Pas-de-Calais (– 39 %), Languedoc-Roussillon (– 29 %), Alsace (– 54 %) ;
- Biotechnologies : Languedoc-Roussillon (– 63 %), Midi-Pyrénées (– 61 %), Alsace (– 35 %) ;
- Ingénierie médicale : Île-de-France (– 22 %), Centre (– 40 %), PACA (– 22 %) ;
- Télécommunications : Île-de-France (– 15 %), Bretagne (– 11 %) ;

- Transports terrestres : Île-de-France (– 15 %), Bourgogne (– 37 %), Franche-Comté (– 17 %) ;
- Agroalimentaire : Haute-Normandie (– 51 %), Centre (– 30 %), Languedoc-Roussillon (– 33 %), Île-de-France (– 13 %).

En revanche certaines régions voient leur poids national s'accroître assez notablement (tableaux A1 à A7) :

- Électronique : Centre (+ 78 %), Pays de la Loire (+ 75 %), PACA (+ 43 %) ;
- Pharmacie-cosmétiques : Île-de-France (+ 12 %), Centre (+ 21 %), PACA (+ 30 %) ;
- Biotechnologies : Île-de-France (+ 30 %), Centre (+ 25 %), Nord-Pas-de-Calais (+ 19 %), Bretagne (+ 26 %) ;
- Ingénierie médicale : Bourgogne (+ 45 %), Alsace (+ 58 %), Aquitaine (+ 40 %), Rhône-Alpes (+ 48 %) ;
- Télécommunications : Alsace (+ 67 %), Rhône-Alpes (+ 63 %) ;
- Transports terrestres : Centre (+ 88 %), Pays de la Loire (+ 95 %), Poitou-Charentes (+ 111 %) ;
- Agroalimentaire : Nord-Pas-de-Calais (+ 61 %), Alsace (+ 21 %), Rhône-Alpes (+ 44 %), Bretagne (+ 25 %).

## Les positions technologiques des régions françaises

### A1. Part nationale des régions françaises dans le sous-domaine de l'électronique

Régions	Le sous-domaine de l'électronique en brevets européens		
	Répartition inter-régionale (%)		
	1990	1996	1996 en base 100 pour 1990
Île-de-France	49,4	36,3	73
Champagne-Ardenne	0,7	1,9	278
Picardie	1,6	1,5	92
Haute-Normandie	1,4	1,7	122
Centre	1,7	3,0	178
Basse-Normandie	0,7	1,5	215
Bourgogne	3,6	3,1	87
Nord-Pas-de-Calais	1,1	0,9	78
Lorraine	1,0	1,6	161
Alsace	2,8	2,2	79
Franche-Comté	1,4	2,2	156
Pays de la Loire	1,6	2,8	175
Bretagne	1,2	1,5	126
Poitou-Charentes	0,4	1,6	374
Aquitaine	1,5	1,7	114
Midi-Pyrénées	2,1	2,3	110
Limousin	1,0	1,1	108
Rhône-Alpes	21,6	24,6	114
Auvergne	0,0	0,8	0
Languedoc-Roussillon	0,5	1,2	219
Provence-Alpes-Côte d'Azur	3,2	4,6	143
France [en part nationale (%)]	100,0	100,0	100
France [en part mondiale (%)]	9,2	7,5	81

Sources : Données INPI et OEB, traitements OST, OST, 1998.

## A2. Part nationale des régions françaises dans le sous-domaine de la pharmacie-cosmétique

	Le sous-domaine de la pharmacie et des cosmétiques en brevets européens		
	Répartition inter-régionale (%)		
Régions	1990	1996	1996 en base 100 pour 1990
Île-de-France	58,1	64,9	112
Champagne-Ardenne	1,6	0,6	39
Picardie	0,9	0,8	84
Haute-Normandie	0,6	0,8	145
Centre	1,7	2,1	121
Basse-Normandie	0,3	0,4	144
Bourgogne	1,4	1,0	73
Nord-Pas-de-Calais	1,2	0,7	61
Lorraine	0,4	0,4	102
Alsace	6,6	3,1	46
Franche-Comté	0,2	0,3	123
Pays de la Loire	1,4	1,3	91
Bretagne	1,2	1,0	80
Poitou-Charentes	0,2	0,7	281
Aquitaine	1,7	1,7	103
Midi-Pyrénées	4,4	4,7	106
Limousin	0,0	0,0	0
Rhône-Alpes	8,7	0,6	69
Auvergne	1,6	0,8	49
Languedoc-Roussillon	3,9	2,8	71
Provence-Alpes-Côte d'Azur	3,5	4,6	130
France [en part nationale (%)]	100,0	100,0	100
France [en part mondiale (%)]	7,5	8,0	107

Sources : Données INPI et OEB, traitements OST. OST, 1998.

### A3. Part nationale des régions françaises dans le sous-domaine des biotechnologies

Régions	Le sous-domaine des biotechnologies en brevets européens		
	Répartition inter-régionale (%)		
	1990	1996	1996 en base 100 pour 1990
Île-de-France	38,4	49,7	130
Champagne-Ardenne	3,9	2,2	57
Picardie	1,2	0,6	55
Haute-Normandie	1,5	0,7	45
Centre	1,9	2,4	125
Basse-Normandie	2,4	0,5	22
Bourgogne	0,9	0,9	107
Nord-Pas-de-Calais	1,7	2,0	119
Lorraine	6,8	4,6	68
Alsace	12,3	8,0	65
Franche-Comté	0,5	0,1	11
Pays de la Loire	6,8	3,8	56
Bretagne	1,1	1,4	126
Poitou-Charentes	3,2	0,8	25
Aquitaine	4,5	2,9	64
Midi-Pyrénées	10,2	3,9	39
Limousin	0,6	0,2	31
Rhône-Alpes	43,0	13,5	31
Auvergne	0,6	1,2	200
Languedoc-Roussillon	1,8	0,7	37
Provence-Alpes-Côte d'Azur	5,6	5,1	91
France [en part nationale (%)]	100,0	100,0	100
France [en part mondiale (%)]	5,5	5,3	98

Sources : Données INPI et OEB, traitements OST. OST, 1998.

#### A4. Part nationale des régions françaises dans le sous-domaine de l'ingénierie médicale

Régions	Le sous-domaine de l'ingénierie médicale en brevets européens		
	Répartition inter-régionale (%)		
	1990	1996	1996 en base 100 pour 1990
Île-de-France	36,6	28,6	78
Champagne-Ardenne	0,8	1,6	202
Picardie	2,3	0,9	40
Haute-Normandie	1,2	1,6	132
Centre	2,6	1,5	160
Basse-Normandie	1,0	1,4	137
Bourgogne	3,1	4,5	145
Nord-Pas-de-Calais	3,8	3,8	100
Lorraine	2,8	1,6	57
Alsace	2,6	4,1	158
Franche-Comté	1,4	1,1	78
Pays de la Loire	2,2	2,1	97
Bretagne	1,4	2,1	148
Poitou-Charentes	0,4	1,7	470
Aquitaine	3,1	4,3	140
Midi-Pyrénées	3,9	3,7	96
Limousin	1,0	1,5	149
Rhône-Alpes	15,1	19,3	128
Auvergne	1,9	1,2	64
Languedoc-Roussillon	2,8	2,8	101
Provence-Alpes-Côte d'Azur	9,6	7,5	78
France [en part nationale (%)]	100,0	100,0	100
France [en part mondiale (%)]	7,1	5,8	82

Sources : Données INPI et OEB, traitements OST. OST, 1998.

### A5. Part nationale des régions françaises dans le sous-domaine des télécommunications

Régions	Le sous-domaine des télécommunications en brevets européens		
	Répartition inter-régionale (%)		
	1990	1996	1996 en base 100 pour 1990
Île-de-France	68,2	58,2	85
Champagne-Ardenne	0,1	0,7	773
Picardie	0,5	0,4	68
Haute-Normandie	0,6	0,3	57
Centre	0,3	0,7	217
Basse-Normandie	0,6	1,3	229
Bourgogne	0,2	0,4	174
Nord-Pas-de-Calais	0,4	0,2	61
Lorraine	0,3	1,8	621
Alsace	2,6	4,4	167
Franche-Comté	0,3	0,3	99
Pays de la Loire	0,4	1,0	283
Bretagne	9,7	8,7	89
Poitou-Charentes	0,4	0,4	101
Aquitaine	0,7	0,4	55
Midi-Pyrénées	3,0	2,6	87
Limousin	0,0	0,1	329
Rhône-Alpes	5,4	8,9	163
Auvergne	0,1	0,2	269
Languedoc-Roussillon	0,4	0,5	128
Provence-Alpes-Côte d'Azur	5,8	7,6	131
France [en part nationale (%)]	100,0	100,0	100
France [en part mondiale (%)]	9,5	6,7	71

Sources : Données INPI et OEB, traitements OST. OST, 1998.

## A6. Part nationale des régions françaises dans le sous-domaine des transports terrestres

Régions	Le sous-domaine des transports en brevets européens		
	Répartition inter-régionale (%)		
	1990	1996	1996 en base 100 pour 1990
Île-de-France	46,2	39,3	85
Champagne-Ardenne	0,9	1,4	160
Picardie	2,6	3,1	120
Haute-Normandie	1,1	1,5	142
Centre	2,9	5,5	188
Basse-Normandie	1,6	2,0	130
Bourgogne	4,5	2,8	63
Nord-Pas-de-Calais	2,9	2,3	78
Lorraine	2,0	2,3	116
Alsace	3,7	3,1	82
Franche-Comté	6,1	5,1	83
Pays de la Loire	1,4	2,7	195
Bretagne	2,0	1,9	97
Poitou-Charentes	2,2	4,6	211
Aquitaine	0,9	0,8	79
Midi-Pyrénées	2,9	2,7	90
Limousin	0,3	0,2	64
Rhône-Alpes	6,7	5,4	81
Auvergne	2,8	6,0	213
Languedoc-Roussillon	0,3	0,3	93
Provence-Alpes-Côte d'Azur	5,6	5,6	100
France [en part nationale (%)]	100,0	100,0	100
France [en part mondiale (%)]	14,1	11,9	84

Sources : Données INPI et OEB, traitements OST. OST, 1998.

## A7. Part nationale des régions françaises dans le sous-domaine des industries agroalimentaires

Régions	Le sous-domaine des industries agro-alimentaires en brevets européens		
	Répartition inter-régionale (%)		
	1990	1996	1996 en base 100 pour 1990
Île-de-France	18,5	16,0	87
Champagne-Ardenne	4,2	3,3	79
Picardie	5,1	5,4	108
Haute-Normandie	2,5	1,2	49
Centre	4,2	3,0	70
Basse-Normandie	2,1	2,1	102
Bourgogne	2,9	2,0	67
Nord-Pas-de-Calais	4,1	6,6	161
Lorraine	5,1	3,3	65
Alsace	8,5	10,2	121
Franche-Comté	1,5	0,7	51
Pays de la Loire	7,7	7,8	102
Bretagne	5,9	7,4	125
Poitou-Charentes	1,5	3,3	224
Aquitaine	3,5	3,6	101
Midi-Pyrénées	4,0	2,8	71
Limousin	0,7	0,4	58
Rhône-Alpes	7,2	10,3	144
Auvergne	1,6	1,3	82
Languedoc-Roussillon	4,0	2,6	67
Provence-Alpes-Côte d'Azur	5,2	4,4	85
France [en part nationale (%)]	100,0	100,0	100
France [en part mondiale (%)]	11,7	7,6	65

Sources : Données INPI et OEB, traitements OST. OST, 1998.

## Les positions technologiques mesurées par les parts de marché international en exportation dans les secteurs de haute technologie

L'indicateur des brevets ne donne qu'une image partielle de la compétitivité technologique française. L'analyse des parts de marché à l'exportation est aussi importante.

L'aérospatial est le secteur où la part de marché mondial de la France est la plus élevée (17 %), suivi de la pharmacie (9,7 %), tandis qu'elle n'est que de 3,3 % en électronique (tableau 4).

En part mondiale des exports industriels, la France pèse deux fois moins que l'Allemagne (6,3 % contre 11,6 %) mais devance le Royaume-Uni (5,2 %). La France apparaît plus faible que les deux autres pays en électronique, avec 3,3 % en part mondiale et 12,5 % en part européenne ; elle a fortement progressé en part de marché mondial en aérospatial, tandis qu'elle a régressé très nettement en électronique.

### 4. Part OCDE en R&D, part mondiale en brevets européen et américain et part de marché international par secteur industriel (1990 et 1994)

	Part/OCDE (%) en RD		Part/Monde (%) en brevet				Part de marché international	
	1990	1994	Européen		Américain		1989	1994
Secteurs industriels								
Aérospatial	9,4	10,4	18,9	16,0	8,8	10,4	12,6	17,0
Électronique	7,1	8,6	7,0	4,6	3,2	2,1	3,9	3,3
Pharmacie	6,9	6,3	7,0	6,6	4,8	5,1	10,2	9,7
Biens d'équipement	3,7	4,3	8,7	7,1	3,5	3,0	5,8	5,7
Transports terrestres	6,5	7,3	13,0	11,4	4,1	3,0	6,9	7,2
Chimie	7,4	7,0	5,6	5,2	3,5	3,4	7,2	7,7
Intensifs en ressources naturelles	5,5	6,5	9,2	7,2	4,0	3,2	7,6	7,5
Intensifs en main-d'œuvre	4,3	6,4	11,0	8,3	4,3	3,2	5,1	4,6
Ensemble	6,7	7,2	8,5	7,0	3,7	3,1	6,4	6,3

Sources : Données OCDE (STAN), INPI, OEB, USPTO et source Chelem-CEPII, traitements OST. OST, 1998.

### Vue d'ensemble sur la compétitivité technologique de la France

La France exécute 7,2 % de la R&D industrielle des pays de l'OCDE, elle dépose 7 % des brevets dans le système européen et 3,1 % des brevets dans le système américain et elle représente 6,3 % des parts de marché mondiales à l'export de produits industriels (tableau 4).

L'industrie française (au sens large) a vu :

- sa dépense relative de R&D augmenter de 8 % (au sein de l'ensemble l'OCDE) entre 1990 et 1994 ;
- sa part dans le brevet européen et américain chuter de 18 % et 19 %, respectivement, entre 1990 et 1996 ;
- sa part de marché international diminuer de 2 %.

Au niveau sectoriel, on observe trois types de profils :

- une évolution positive d'ensemble à partir de positions déjà fortes : c'est le cas de l'aérospatial ; c'est également le cas, avec des positions de départ et des évolutions plus modestes, de l'automobile ;
- à l'inverse, on observe un profil où un effort relatif accru de R&D est couplé à un déclin sensible des positions brevet et à des performances médiocres ou mauvaises à l'export : c'est le cas de l'électronique, des biens d'équipement (qui incluent l'électronique professionnelle), mais aussi des secteurs intensifs en ressources naturelles et en main-d'œuvre ;
- un profil intermédiaire associe des efforts de R&D modérés avec des positions brevet et d'export presque stables : tel est le cas des secteurs pharmacie et chimie.

La divergence entre les évolutions des dépenses de R&D industrielle, d'une part, et celle des positions brevet et de la compétitivité export, d'autre part, observée en particulier pour les secteurs stratégiques et de haute technologie que sont l'électronique et les biens d'équipement, pose question. Elle signifie en effet que dans ces secteurs, la France est moins efficace que les autres pays pour traduire ses efforts de R&D en positions technologiques affichées et valorisées sur les marchés mondiaux.

## **Les positions scientifiques de la France dans quelques sous-disciplines**

Il faut remarquer que l'affaiblissement des positions technologiques de la France ne va pas de pair avec une décroissance de ses parts mondiales dans les publications scientifiques (tableau 5). Ainsi, si l'on constate un léger recul de la part mondiale des publications scientifiques dans les disciplines liées à l'informatique et aux sciences de l'information (secteurs où la position technologique française s'est fortement érodée), ce n'est pas le cas dans les sciences du vivant, l'écologie-environnement, l'agroalimentaire, l'optique, l'électronique et le traitement du signal. Ce contraste entre les positions technologiques et scientifiques françaises est significatif du « paradoxe français » : tout se passe comme si les secteurs économiques ne parvenaient pas à tirer avantage des bonnes positions acquises dans la

recherche publique française ; le phénomène est particulièrement marqué dans les technologies liées aux sciences du vivant où les performances du secteur (5,6 % en poids mondial) sont nettement supérieures à celles de la France pour l'ensemble des disciplines (5,1 % en poids mondial). On retrouve aussi dans les autres disciplines la faiblesse traditionnelle de la France en sciences de l'ingénieur (assez marquée en électronique, malgré les progrès enregistrés : 4,3 % en poids mondial en 1996 contre 3,9 % en 1990).

### **5. Part mondiale de la France dans quelques sous-disciplines scientifiques (1990 et 1995)**

Sous-discipline scientifiques	Part/Monde (%) de la France		
	1990	1995	1995 en base 100 pour 1990
Science du vivant	5,1	5,6	108
Environnement-écologie	3,5	3,8	108
Industries-agroalimentaires	3,6	4,0	111
Informatique, science de l'information	4,0	3,9	98
Optique, électronique et traitement du signal	3,9	4,3	108

*Sources* : Données SCI (COMPUMATH), traitements OST. OST, 1998.

Les analyses présentées dans ce document confirment la difficulté rencontrée par la France pour percer dans des secteurs nouveaux comme les biotechnologies et les technologies de l'information qui vont avoir un impact certain sur l'industrie et les services.

# Résumé

Peut-on entrer dans un cercle vertueux de croissance durable par l'innovation et comment ? Robert Boyer et Michel Didier considèrent que le moment est particulièrement opportun pour réfléchir sur cet enjeu car trois raisons se conjuguent pour reconsidérer les relations entre innovation et emploi.

Tout d'abord le fait que l'économie et plus généralement la société française s'adaptent mieux dans les périodes d'expansion que lors des récessions. La reprise économique ouvre ainsi des perspectives nouvelles en matière de redéploiement des interventions publiques dans les domaines de la science et de la technologie, comme plus généralement dans celui de nos structures économiques et sociales.

Une prise de conscience ensuite. La vigueur de l'économie des États-Unis dans les années quatre-vingt-dix est souvent expliquée par la capacité des firmes nord-américaines à innover dans des secteurs clés, et à s'approprier rapidement les percées technologiques, pour les convertir en marchés nouveaux dans le monde entier. Par contraste, l'Europe a quelque peu négligé le thème de l'innovation ainsi que sa contribution à la croissance et à la création d'emplois.

Enfin, un renouvellement de l'analyse théorique, qui met l'innovation au cœur du processus de croissance.

Les conceptions du rôle de l'innovation dans la croissance économique ont évolué. Du « modèle linéaire » au « modèle interactif » et de la croissance exogène à la croissance endogène, une nouvelle façon de concevoir le système d'innovation d'une nation s'est progressivement imposée.

Dans le modèle dit interactif, l'innovation n'est pas une succession de phases isolées, mais une interaction permanente entre des possibilités offertes par la technologie ou le marché, des moyens privés et publics mis en œuvre, et des stratégies d'acteurs, le tout plus ou moins facilité par l'environnement économique et social. De cette interaction dépend la performance collective.

Les enquêtes sur l'innovation montrent que la principale source d'innovation est la recherche interne à l'entreprise. Les sources externes

jouent aussi un rôle important dans l'innovation : les fournisseurs de matériaux, de composants et d'équipement ; les clients ; les rencontres lors des réunions professionnelles. Une observation surprenante est la faiblesse du rôle des sources publiques, laboratoires et universités, comme origine de l'innovation. Ces enquêtes montrent aussi que le premier objectif de l'effort d'innovation est la part de marché. Une bonne insertion dans le marché apparaît donc comme la condition essentielle de l'innovation.

L'intuition suggère que l'innovation est un facteur déterminant de la performance économique. Une revue des études empiriques montre que l'emploi est en règle générale mieux assuré dans les firmes innovantes et que celles-ci ont de meilleures performances à l'exportation. Au niveau global, la réponse est aussi positive pour la croissance, un peu moins assurée à propos de l'emploi.

La conjonction de décisions décentralisées d'innovation conduit-elle pour autant spontanément au meilleur résultat possible pour l'économie et la société ? Le raisonnement et des études économétriques font apparaître l'existence d'externalités globalement positives. C'est précisément le fait que le rendement social de la recherche et de l'innovation est très généralement supérieur au rendement privé qui fonde le principe d'une politique publique de la recherche et de l'innovation.

La politique économique doit s'efforcer d'agir sur diverses composantes du processus : formation du capital régulière et soutenue, législation sur les brevets, amélioration de la qualité des liens entre recherche publique et firmes privées, neutralité de la fiscalité et du système financier à l'égard de l'arbitrage entre capital matériel et immatériel, mobilité des chercheurs et des ingénieurs, qualité des interactions entre les firmes et leurs clients, environnement social permettant l'adaptabilité des firmes.

L'idée centrale du rapport de Robert Boyer et Michel Didier est que les formes d'intervention publique qui avaient permis les succès scientifiques, technologiques et économiques de la France de l'après-guerre doivent être adaptées aux caractéristiques nouvelles de la compétitivité des firmes.

Les interventions nationales doivent être resituées par rapport aux changements d'échelle des processus d'innovation. D'un côté, les centres de recherche et d'innovation tendent spontanément à se concentrer dans les lieux où les externalités et les effets d'agglomération sont les plus importants. D'un autre côté, les coûts d'entrée dans certains secteurs de la recherche sont devenus tellement importants que seules des coopérations internationales sont à même d'alimenter les processus d'innovation. Les programmes européens sont exemplaires à cet égard.

La France se caractérise par une meilleure situation en recherche qu'en innovation, par le poids du financement public de la recherche, et par la

concentration, excessive sans doute, des interventions sur quelques secteurs et grands groupes. Au contraire, l'un des traits caractéristique du « miracle américain » est la diffusion de l'innovation sur l'ensemble de l'économie, y compris les services.

À la lumière de ces analyses, les auteurs plaident pour favoriser l'organisation de réseaux de recherche et d'innovation, dans la mesure où le rendement social de la recherche s'en trouve maximisé. Compte tenu du fait que toute dépense publique suppose un prélèvement de ressources, il est essentiel aussi de concevoir et de mettre en œuvre des procédures d'évaluation rigoureuses, en termes de coûts et avantages, des interventions publiques dans le domaine de la recherche et de l'innovation.

Les auteurs soulèvent enfin cinq questions qui méritent d'être approfondies :

- Comment articuler politique de l'innovation et politique de la concurrence ?
- Comment répartir les moyens entre recherche scientifique et stimulation de l'innovation ?
- Faut-il élargir le crédit d'impôt-recherche ?
- L'essor du capital-risque est-il suffisant pour lever les obstacles au dynamisme de l'innovation ?
- Ils posent enfin la question du partage des responsabilités entre le niveau de l'Union européenne et de chacun des États ou régions en matière de politique d'innovation.

# Summary

## Innovation and Growth

Is it possible to enter into a virtuous circle of sustainable growth through innovation and if so, how? Robert Boyer and Michel Didier consider that it is a particularly appropriate time to reconsider the interconnections between innovation and employment, for three related reasons.

First of all, the economy, and more generally the French community, adapts better during periods of economic expansion than during recessions. Economic recovery thereby opens up new perspectives for re-deploying public intervention in science and technology, as more generally in that of our economic and social structures.

The second reason is a recent awareness of this issue. The strength of the US economy during the nineties is often explained by the ability of North American firms to innovate in key sectors and to rapidly adapt the technological break-throughs in order to win new markets all over the world. By contrast, Europe has somewhat neglected the subject of innovation as well as its share in growth and job creation.

Finally, a renewal of the theoretical analyses places innovation in the heart of the growth process.

Conceptions about the role of innovation in economic growth have evolved. From the “linear model” to the “interactive model” and from exogenous growth to endogenous growth, a new way to imagine a nation’s system of innovation has gradually come through.

In the so-called interactive model, innovation is not a series of isolated phases, but a permanent interaction between the possibilities that technology or the market offer, the public and private means that are implemented and the strategies of the economic agents. All of that is more or less facilitated by the economic and social environment. The collective performance depends upon this interaction.

Surveys show that the main source of innovation comes from internal research done by firms. Outside sources also play an important part in innovation: suppliers of materials; components and equipment; clients;

contacts made in professional meetings. A surprising observation is the weakness of the role of public sources, such as laboratories and universities. These same surveys also show that the primary aim of innovation is to increase the market share. Hence, the essential condition for innovation appears to be a good insertion into the market.

Intuition suggests that innovation is one of the main factors of economic performance. A review of empirical studies shows that, as a general rule, firms which innovate have more secure employment and a better performance in terms of exports as well. On a macro-economic level, the findings are also positive for growth but less so for employment.

Can we draw the conclusion that the combination of decentralized decisions concerning innovation leads spontaneously to the best possible result for the economy and society? Research and econometric studies show the existence of positive global externalities. The very fact that social returns from research and innovation are generally greater than private returns, is at the basis of the principle of a public policy for research and innovation.

Economic policy should act upon the different components of the process: sustained regular investment; legislation on patents; improvement of relations between the public sector and private firms; fiscal and financial systems which remain neutral over the arbitration between physical and non-physical capital; mobility of researchers and engineers; the quality of interactions between firms and their clients; a social environment permitting firms to adapt.

The central idea of Robert Boyer and Michel Didier's report is that the methods of State intervention, which brought about scientific, technological and economic successes in post-war France, must adapt to the new characteristics of competition among firms.

National intervention should be re-examined in relation to the changes on the scale of the innovation process. On the one hand, research and innovation centers tend spontaneously to become concentrated in places where externalities and the effects of conurbation are most important. On the other hand, the costs of starting research in certain sectors have become so high that only international cooperations are able to feed the innovation processes. In this respect, the European programs are exemplary.

In France, research is in a stronger position than innovation. Moreover, research is largely publicly funded. Lastly, state intervention is no doubt, excessively concentrated in some sectors and big groups. On the contrary, a key feature of the "American miracle" is the distribution of innovation throughout the economy, including services.

In light of these analyses, the authors advocate favoring research and innovation networks, in so far as they will maximize the social return of research. Keeping in mind the fact that all public spending requires financing, it is essential to think out, and moreover to implement rigorous evaluation procedures of state intervention in research and innovation (in terms of costs and advantages).

Finally, the authors raise five questions which deserve to be examined further :

- How should innovation policies be linked to competition policies?
- How should resources be allocated between scientific research and innovation stimulation?
- Is it necessary to have more tax credits for research?
- Will expanding venture-capital alone, succeed in making innovation dynamic?
- Lastly, concerning innovation policy, they raise the question of how responsibilities should be taken at a European level on the one hand, and by each of the states or regions, on the other.

# Composition du Groupe de Travail

## “ Innovation et Croissance ”

*Alain Bayet*

Chef de Bureau C2, à la Direction de la Prévision, ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie.

*Jean Bensaïd*

Conseiller Technique Chargé de la Macroéconomie au Cabinet du Premier ministre.

*Stéphane Boujnah*

Conseiller Technique Chargé de l'Innovation, des Nouvelles Technologies et du Capital Risque au Cabinet du ministre de l'Économie, des Finances et de l'Industrie.

*Robert Boyer*

Directeur de Recherche au CNRS et CEPREMAP.

*Michel Didier*

Professeur au CNAM et Directeur de Rexecode.

*François Écalle*

Sous-Directeur de la Sous-Direction des Études Sectorielles à la Direction de la Prévision, ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie.

*Jean-Paul François*

Adjoint du Chef de Service des Statistiques Industrielles à la Direction Générale des Stratégies Industrielles, ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie.

*Nicolas Iung*

Chargé d'Études à la Direction des Études Économiques de l'INSEE.

*Didier Kechemair*

Conseiller Technique Chargé de l'Espace-Aéronautique au ministère de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie.

*Bertrand Mabil*

Conseiller Technique pour la Recherche, la Technologie et l'Espace  
au Cabinet du Premier ministre.

*Françoise Maurel*

Chef du Département des Études Économiques d'Ensemble à la  
Direction des Études et Synthèses Économiques de l'INSEE.

*Ineke Petit*

Chargée d'Affaires Relations Internationales au Secrétariat  
Français, EUREKA.

*Pascal Portelli*

Ingénieur des Ponts et Chaussées à la Direction du Trésor, ministère  
de l'économie, des Finances et de l'Industrie.

*Alain Quevieux*

Chargé de Mission Innovation au Bureau de la Coordination  
Européenne et des Relations Internationales, Direction de la  
Technologie, ministère de l'Éducation nationale, de la Recherche et  
de la Technologie.

*Jacques Serris*

Chef du Service de la Technologie et Stratégie à la Direction  
Générale des Stratégies Industrielles, ministère de l'Économie, des  
Finances et de l'Industrie.

Le groupe de travail a par ailleurs bénéficié d'une présentation par *Henri  
Guillaume* de son rapport.