



LE SYSTÈME FRANÇAIS D'INNOVATION DANS L'ÉCONOMIE MONDIALE : ENJEUX ET PRIORITÉS

Coordonné par

Philippe Larédo et Frédérique Sachwald

Mars 2005

Les Notes de benchmarking international



Institut de
l'entreprise

**LE SYSTÈME FRANÇAIS D'INNOVATION
DANS L'ÉCONOMIE MONDIALE :
ENJEUX ET PRIORITÉS**

Avril 2005

Préface

Le choix de l'IFRI et de l'Institut de l'entreprise de s'associer pour se pencher sur l'avenir du système français d'innovation répond à deux considérations intimement liées. La première relève du calendrier politique : le gouvernement travaille à une loi de programmation sur l'innovation et la recherche, qui doit être sera soumise au Parlement courant 2005. Dès lors, il apparaît particulièrement pertinent de combiner la réflexion des milieux économiques et des chercheurs pour contribuer à ce débat important. La seconde revêt un caractère davantage structurel : le modèle français d'innovation, si performant des années 1960 aux années 1980, est devenu inadapté au contexte actuel qui résulte du double mouvement de l'émergence de nouvelles technologies et de la mondialisation. La perception de cette inadaptation est devenue plus aiguë et certains analystes pensent que la capacité d'innovation de la France est en train de décrocher, non seulement par rapport au leader américain, mais aussi par rapport aux pays qui ont entamé des processus de rattrapage ou de rénovation de leur système, que ce soient les pays scandinaves, le Japon, l'Irlande, Israël ou Singapour. La perception de l'urgence vient aussi des performances impressionnantes de l'Inde et la Chine dans certains secteurs de haute technologie, qui s'appuient sur leur insertion dans des réseaux mondiaux de production et d'innovation.

C'est dans cette perspective que s'inscrivait la conférence organisée le 4 octobre 2004 par l'IFRI et l'Institut de l'entreprise. Il s'agissait de faire le point sur la situation du système d'innovation français, et de mettre en perspective le débat national en s'appuyant sur l'expérience de trois pays : les États-Unis, l'Allemagne et la Suède. Le format retenu a combiné des contributions s'appuyant sur des textes préparés par des experts des processus d'innovation dans les entreprises et des systèmes nationaux d'innovation, avec des tables rondes rassemblant des acteurs de l'innovation. La première partie de la conférence a analysé le processus d'internationalisation de la R&D des entreprises et l'attractivité de la France dans ce nouveau contexte. Les contributions de Frédérique Sachwald, sur l'attractivité de la France, et de Thomas P. Murtha et Stefanie Lenway, sur la position des États-Unis dans l'industrie des écrans plats, ont été respectivement commentées par Nicolas Demassieux et Bruce Kogut. La première table ronde, qui a réuni Bertrand Collomb, Thierry Weil, Christian Blanc, Pierre Tambourin et Jean Therme, a ensuite débattu du rôle des pôles d'excellence pour attirer des activités de R&D en France.

La seconde partie de la conférence a d'abord mis en perspective les débats français à travers le cas de l'Allemagne présenté par Frieder Meyer-Krahmer et celui de la Suède présenté par Thomas Andersson. Dans son commentaire, René Lasserre a souligné les caractéristiques favorables du système allemand par rapport au système français. Yves L. Doz a lui comparé

Préface

la Suède à d'autres petits pays qui consentent des efforts importants en matière de R&D, de la Finlande à Israël. La table ronde a ensuite débattu des enjeux de l'évolution du système français avec les interventions successives de Daniel Malkin, Dominique Guellec, Nicole Le Querler, Jean-Yves Mérindol et Marion Guillou.

Cette publication rassemble les monographies-pays et les contributions aux tables rondes, que leurs auteurs ont revu et complétées après la conférence. Elles sont précédées d'une synthèse, rédigée par Philippe Larédo et Frédérique Sachwald, qui s'attache à en tirer les principales conclusions, et dégage quatre grandes orientations pour l'évolution du système français de recherche et d'innovation. L'ensemble contribuera, nous l'espérons, à alimenter le débat public et la réflexion du gouvernement et du Parlement sur l'avenir du système de recherche et d'innovation français.

Jean-Pierre Boisivon

Délégué général de l'Institut de l'entreprise

Thierry de Montbrial

*Directeur général de l'Institut français
des relations internationales*

Sommaire

Quatre orientations pour l'évolution du système français de recherche et d'innovation.....	7
Philippe Larédo et Frédérique Sachwald	

I. INTERNATIONALISATION DE LA R&D ET SYSTÈMES NATIONAUX D'INNOVATION

Mondialisation et attractivité de la France pour la R&D des entreprises	19
Frédérique Sachwald	
Discussion : Nicolas Demassieux	47

Global Knowledge Networks and National Systems of Innovation: Lessons from the United States and the Flat Panel Display Industry	49
Stefanie A. Lenway Thomas P. Murtha	
Discussion : Bruce Kogut	63

Table ronde Les enjeux de l'évolution du système français d'innovation

<i>Bertrand Collomb</i>	65
<i>Thierry Weil</i>	65
<i>Christian Blanc</i>	66
<i>Pierre Tambourin</i>	67
<i>Jean Thérme</i>	68

2. QUELLE POLITIQUE DE RECHERCHE ET D'INNOVATION EN FRANCE ET EN EUROPE ?

Évaluation des réformes du système allemand d'innovation	71
Frieder Meyer-Krahmer	
Discussion : René Lasserre	79
The Paradox of the Swedish Innovation System: Leader in Europe?	81
Thomas Andersson	
Discussion : Yves L. Doz	101
Table ronde	
Quelles options pour la politique de recherche et d'innovation française ?	
Daniel Malkin	107
Nicole Le Querler	108
Jean-Yves MÉRINDOL	108
Dominique GUELLEC	110
Marion GUILLON	111

3. ANNEXES

Programme de la conférence du 4 octobre 2004	115
Biographies des intervenants	117

Quatre orientations pour l'évolution du système français de recherche et d'innovation

Philippe Larédo

École nationale des Ponts et Chaussées et Université de Manchester

Frédérique Sachwald

Institut Français des Relations Internationales et Université Paris Nord

Cette introduction présente une synthèse des contributions et des débats de la conférence sur les enjeux et les options de la rénovation du système français de recherche et d'innovation. Elle rend compte des points forts qui nous semblent se dégager des présentations et des discussions lors de la conférence, entre les participants d'une part et avec la salle d'autre part.

Une journée de débats ne saurait remplacer les travaux approfondis menés en d'autres lieux, notamment par le CIP¹ et l'opération FutuRIS² au cours de l'année 2004. Son objectif était complémentaire. En entrant dans la complexité des situations, dans la multiplicité des options de mise en œuvre et les effets de tous ordres que chacun peut anticiper, les analyses détaillées tendent souvent à occulter les lignes de force qui justifient l'action et les grandes directions qu'elles dessinent. C'est à ce second exercice que nous avons convié les intervenants de cette conférence, qui a rassemblé des acteurs majeurs et des spécialistes reconnus des politiques de l'innovation. Aussi considérons-nous que les conclusions qui se dégagent des discussions sont importantes dans le débat sur l'évolution du système français de recherche et d'innovation.

Les analyses et les débats ont permis d'identifier quatre grandes orientations, nous semble-t-il, qui doivent guider les évolutions de la politique nationale.

- Renforcer l'attractivité de la France pour la R&D des multinationales, françaises ou étrangères.
- Concentrer les efforts sur des pôles scientifiques et technologiques qui doivent acquérir une réputation d'excellence à l'échelle européenne et mondiale.
- Mettre les universités au cœur du dispositif public de recherche.
- Reconsidérer l'organisation des interventions publiques pour tirer pleinement parti du double mouvement d'eupéanisation et de régionalisation.

1. Sur le Comité d'Initiative et de Proposition et les États généraux de la recherche, voir <http://cip-etats-generaux.apinc.org>.

2. Opération de réflexion prospective sur le système français de recherche et d'innovation qui a été menée dans le cadre de l'ANRT en 2003-2004 (voir *Avenirs de la recherche et de l'innovation*, cité plus bas).

Renforcer l'attractivité de la France pour la R&D des multinationales

En 2000, face au dynamisme de l'économie américaine qui semblait réussir son passage à un modèle de croissance tirée par l'innovation, les gouvernements européens réunis à Lisbonne se donnaient pour objectif de construire un espace européen de la recherche pour renforcer la compétitivité de l'Union. En 2002, la conférence de Barcelone a traduit cet objectif en chiffres : à l'horizon 2010/2012, l'Union européenne devrait consacrer 3 % de son PIB à la R&D (contre 1,9 %). L'effort de la France atteint 2,2 % de son PIB, mais stagne depuis la fin des années 1990, et a même reculé au cours de la dernière décennie³. De plus, la recherche industrielle, qui devrait représenter les deux tiers de l'investissement en R&D selon les objectifs de Lisbonne (2 % du PIB) n'en représente qu'un peu plus de la moitié en France (soit 1,2 % du PIB). Sous peine de décrocher en matière d'investissement dans la connaissance et de durablement obérer ses perspectives de croissance, la France doit donc entreprendre un effort soutenu qui s'appuie sur des perspectives de moyen terme. L'importance de la continuité des politiques publiques en matière de recherche a été fortement soulignée lors de la conférence, notamment par Grégoire Postel-Vinay.

La promotion de la R&D industrielle doit s'appuyer sur une bonne connaissance de ses caractéristiques. La R&D industrielle est très concentrée, sur certains secteurs et au sein d'un nombre limité d'entreprises. Au plan mondial, quelques centaines de multinationales effectuent plus de la moitié des dépenses de R&D. En France, moins de 100 groupes assurent les deux tiers de la R&D industrielle et 13 entreprises en réalisent la moitié⁴. Le niveau de R&D industrielle d'un pays dépend donc notamment des choix de localisation effectués par les grands groupes. C'est tout particulièrement le cas en France où le tissu industriel dépend largement de grandes entreprises qui se sont rapidement internationalisées dans les années 1990.

Dans le contexte de la mondialisation, les multinationales organisent des réseaux mondiaux d'innovation au sein desquels la localisation historique de leurs laboratoires dans le pays d'origine peut être remise en question. Assurer l'attractivité d'un territoire suppose donc de bien comprendre les critères de choix de localisation des activités de R&D. Dans cette perspective, Frédérique Sachwald a proposé de distinguer trois types d'unités de R&D industrielle. Les *laboratoires locaux d'adaptation* au service des usines de production et des clients se développent dans les pays dont les marchés sont en forte croissance. Les *laboratoires globaux de recherche*, qui préparent le futur et explorent de nouvelles technologies ou de nouveaux concepts pour l'ensemble du groupe, ne sont plus centralisés dans le pays d'origine des multinationales, mais peuvent être attirés par des pôles d'excellence étrangers. Enfin, les *centres globaux de rationalisation* forment la catégorie plus récente de centres de recherche ; ils sont destinés à optimiser les coûts de

3. Il atteignait 2,34 % en 1994 (chiffres OCDE).

4. *Avenirs de la recherche et de l'innovation en France*, J. Lesourne, A. Bravo et D. Randet (dir.), FutuRIS / La Documentation française, 2004.

Quatre orientations pour l'évolution du système français

développement en tirant parti de l'implantation globale des entreprises. Le développement de ce type d'unités de R&D explique la localisation de capacités de R&D en Inde, en Chine ou dans les nouveaux pays membres de l'Union. Les pays émergents en forte croissance comme la Chine attirent donc à la fois des laboratoires de soutien à la production et des centres de rationalisation. Les États-Unis, eux, attirent de nombreux laboratoires globaux de recherche. La France voit en revanche son attractivité pour les activités de R&D fléchir – notamment dans les secteurs de haute technologie et pour les laboratoires globaux.

Les différents intervenants ont souligné que le renforcement de l'attractivité de la France pour les laboratoires globaux d'entreprise constitue un enjeu majeur. Prenant l'exemple de l'Oréal, Loïc Armand, a souligné que le mouvement d'internationalisation de la R&D est freiné par différents facteurs, notamment culturels. Bertrand Collomb a néanmoins insisté sur l'importance de veiller à l'attractivité de la France pour les grandes firmes françaises. Il faut attirer des entreprises étrangères, mais aussi veiller à conserver celles qui sont présentes dans un contexte où la mobilité des unités de R&D s'accroît. Présentant la situation allemande, Frieder Meyer-Krahmer a souligné la rapidité des changements en cours, qui modifient la position relative des pays en matière d'innovation et expliquent l'importance politique de l'évolution des systèmes nationaux de recherche et d'enseignement supérieur.

Trois pistes ont été esquissées pour renforcer l'attractivité de la France. La première concerne le renforcement général de la capacité d'innovation de la France et de sa capacité à faire émerger des entreprises dans de nouveaux secteurs intensifs en R&D. Frédérique Sachwald et plusieurs intervenants, notamment Bertrand Collomb et Thierry Weil, ont souligné l'importance des facteurs institutionnels et environnementaux. Dans le cas de la France, il s'agit notamment d'améliorer la qualité des relations entre la recherche publique et les entreprises, qui dépend de l'organisation des institutions de recherche, mais aussi des caractéristiques du marché du travail des chercheurs par exemple.

La deuxième piste renvoie à ce que Jean Weiller qualifiait de « préférences nationales de structures », c'est-à-dire de choix propres à une société qui conduisent à privilégier certaines options plutôt que d'autres pour régler un problème particulier⁵. Nicolas Demassieux, parlant des télécommunications, a expliqué qu'une multinationale aura trois laboratoires globaux, alors qu'il y a probablement une quinzaine de localisations équivalentes du point de vue de la richesse des compétences accessibles. Selon lui, ce qui fera la différence entre ces localisations tient dès lors à l'environnement politico-économique, c'est-à-dire à l'importance du secteur pour le pays en question, et à l'originalité des voies promues : il ne sert à rien d'avoir des laboratoires dans plusieurs pays qui partageraient la même vision sur le futur, puisqu'un des objectifs des réseaux mondiaux d'innovation est d'avoir accès à la variété des options qui sont explorées dans le monde. Yves L. Doz

5. Dans son article, « Les préférences nationales de structure et le déséquilibre structurel », *Revue d'économie politique*, 1949.

a aussi souligné l'importance de cultiver les avantages locaux et les spécificités de la base technologique nationale.

Pour plusieurs participants, notamment Pascal Colombani, cela renvoie à la notion de « grands programmes » qui, autour d'enjeux clairement définis et par des voies multiples (recherche, commandes publiques...), promeuvent un secteur et ses capacités d'innovation. D'autres ont souligné la rapidité des changements et la difficulté qu'éprouvent les grandes structures publiques de s'adapter. Commentant le cas de l'industrie des écrans plats⁶, Bruce Kogut a souligné que le transfert des activités de production des États-Unis vers l'Asie est un exemple à doublement méditer. D'une part parce qu'il illustre les logiques industrielles, mettant en exergue une condition de la réussite dans l'économie mondiale : la flexibilité pour se repositionner sur d'autres innovations radicales. D'autre part, parce qu'il permet de rappeler le poids grandissant des activités de service dans l'économie de la connaissance. La logique « top-down » des grands programmes peut s'avérer problématique (comme ce fut le cas pour le plan calcul et ses avatars) dès lors que la dimension de service et les relations avec les usages deviennent prépondérantes dans les processus d'innovation.

La troisième piste a été particulièrement explorée et constitue en fait une des grandes orientations qui se dégagent des débats. Il s'agit de compléter une éventuelle concentration des moyens sur des programmes thématiques⁷ par une concentration géographique au sein de pôles scientifiques de réputation mondiale susceptibles de susciter la création de nouvelles entreprises et d'attirer des laboratoires globaux.

Concentrer les efforts pour construire des pôles de réputation mondiale

De nombreux exemples ont montré l'importance de l'agglomération d'activités au sein de pôles, que ce soit les « districts industriels » italiens ou les « clusters » analysés par Michael Porter ou l'OCDE. Les exemples mis en exergue, comme l'industrie du cuir en Catalogne citée par Christian Blanc, concernent souvent des regroupements autour d'un secteur industriel mûr. Les avantages de la proximité tiennent à l'importance des échanges informels pour la circulation des savoirs, à la flexibilité pour s'adapter à la demande, et à la taille critique collective pour la formation, le marché des compétences, pour construire des structures collectives de recherche, pour intéresser les chercheurs publics. Les analystes soulignent l'importance de l'ensemble des structures intermédiaires qui facilitent les rencontres, organisent les échanges et incitent, voire pilotent, les différentes infrastructures nécessaires, en particulier pour la formation et la recherche. Certaines technopoles remplissent partiellement cette fonction en France et jouent un rôle indéniable pour renforcer la compétitivité des PME. Ces agglomérations constituent un premier type de pôles de compétitivité⁸.

6. Voir la contribution de Thomas P. Murtha et Stefanie Lenway dans ce volume.

7. Pour laquelle l'accord ne fut pas unanime lors de la conférence. Elle est débattue depuis l'annonce d'une relance de la politique des grands programmes par le président de la République en janvier 2005.

8. Analysés notamment dans le rapport de Christian Blanc remis au Premier ministre (*Pour un écosystème de la croissance*, mars 2004).

Quatre orientations pour l'évolution du système français

Les débats lors de la conférence se sont concentrés sur un type particulier de pôles : ceux d'excellence scientifique ou districts scientifiques. Ces regroupements concernent les sciences et les technologies en forte croissance et particulièrement les NBIC (nanotechnologies, biotechnologies, technologies de l'information et de la communication, sciences cognitives). La discussion a souligné que de tels pôles rassemblent à la fois une recherche publique forte, des universités et des écoles actives, de multiples start-up et des laboratoires de grandes entreprises. Pierre Tambourin a également insisté sur la présence des regroupements d'utilisateurs⁹ et des hôpitaux pour tout ce qui est lié aux sciences de la vie. Cette hybridation des acteurs réclame d'inventer des formes nouvelles d'organisation telles que le GIP Génopôle pour fédérer les acteurs et gérer certaines fonctions, MINATEC pour rapprocher organismes de recherche, écoles d'ingénieurs et recherche industrielle. Il en va de même pour l'intervention publique : ces deux exemples montrent l'importance des acteurs territoriaux dans leur émergence et leur dynamique. Ils montrent également le rôle important des actions européennes dans leur visibilité internationale. Ce faisant, ils mettent en exergue une transformation de l'intervention publique nationale, plus accompagnatrice qu'initiatrice, et plus spécifique que générique, car amenée à trouver des solutions adaptées à chacune des situations. À Grenoble, une politique industrielle forte a facilité la construction de l'alliance entre ST Microelectronics, Motorola et Philips avec la construction du lab-fab de Crolles, mondialement célèbre. Cette spécificité des trajectoires est encore renforcée par la comparaison des deux histoires : une création ex nihilo dans le cas du Génopôle d'Évry, alors que, pour Grenoble, Jean Therme a insisté sur l'importance de la phase de croissance endogène et donc sur les investissements préalables à la coalescence du pôle.

Ces caractéristiques permettent de mieux comprendre les débats qui ont porté sur deux questions. Combien de pôles d'excellence sont envisageables en France ? Quelles modalités d'intervention publique nationale sont pertinentes ? Même s'il y a beaucoup de candidats, il y aura peu d'élus – une dizaine au maximum. Ce qui rend la clarification de l'intervention politique nationale d'autant plus importante. Dans cette perspective, les intervenants ont appelé à trois types d'action : concentrer, expérimenter, différencier. Il y a eu un accord unanime pour laisser les acteurs trouver les bonnes formes de travail en commun (pas de modèle unique), pour préférer des incitations à l'initiative plutôt que la définition de modalités d'action que les acteurs devraient suivre, enfin pour, après les phases d'exploration, clairement concentrer les moyens nationaux sur un nombre limité d'opérations (ce qui ne préjuge pas de ce que pourraient faire les autres intervenants publics ailleurs).

Mettre les universités au cœur du dispositif public de recherche

Le rôle des universités a été mentionné tout au long de la conférence, que ce soit à propos de l'analyse des systèmes allemand et suédois, ou lors des

⁹ Comme l'Association française contre les Myopathies (AFM) avec son célèbre laboratoire Généthon à Évry.

différents débats. Christian Blanc a évoqué les conditions d'émergence d'universités puissantes et autonomes, Bertrand Collomb a insisté sur le poids des « marques universitaires » dans les choix de coopération voire de localisation des grandes entreprises. Thomas Andersson a rappelé le poids prépondérant des universités dans le système d'innovation suédois avec leurs trois missions : la formation, la recherche et l'ouverture à la société dans son ensemble. A contrario, Frieder Meyer-Krahmer a considéré que les universités constituent un maillon faible du dispositif allemand, même si leur rôle est plus important qu'en France comme l'a rappelé René Lasserre. Le constat est rude et nous semble aussi s'appliquer à la situation française : faiblesse des moyens, inégalités d'accès face aux enjeux de la généralisation de la formation supérieure dans une société de la connaissance, balkanisation de la recherche. Il a rappelé les options actuellement débattues en Allemagne pour renforcer les universités : introduire plus de concurrence, renforcer le pouvoir des présidents et l'autonomie financière des établissements, favoriser la spécialisation des établissements.

On comprend aisément que ces points aient donné lieu à des discussions riches, faisant apparaître de nombreuses convergences mais aussi quelques oppositions fortes.

Un premier débat a concerné l'autonomie des universités. Jean-Yves Mérimondol a souligné qu'elle existe au moins partiellement mais que peu d'universités ont saisi les marges de manœuvre offertes par la loi. Questionné sur ce point, il a renvoyé à un trait culturel qu'il faudra contrer si l'on veut faire évoluer la situation : « La France est marquée par l'idée que l'enseignement supérieur est du ressort de l'État et que l'État est égalitaire et uniforme. » Or la France est le dernier des grands pays européens à gérer centralement ses universités. Nicole Le Querler a précisé le contenu, selon elle, d'une véritable autonomie de gestion : pouvoir de recrutement, capacité de procéder à des arbitrages budgétaires (avec contrôle et évaluation a posteriori), liberté de contractualiser (avec les régions, avec les organismes de recherche...). Daniel Malkin et Thierry Weil ont eux insisté sur la maîtrise de la gestion des ressources humaines et des carrières, qui influencent fortement l'environnement de travail des chercheurs.

Un second point d'accord a concerné le niveau des investissements publics consacrés à l'enseignement supérieur. Il reprend les analyses développées par différents rapports soulignant la « pauvreté » des universités françaises comparées non seulement à leurs homologues américaines, mais aussi scandinaves, britanniques et allemandes, que pourtant, on l'a vu, Frieder Meyer-Krahmer, devenu secrétaire d'État à la Recherche, estime très insuffisamment dotées¹⁰. Jean-Yves Mérimondol considère que, compte tenu de la situation, la loi devra faire des choix : elle ne pourra tout à la fois soutenir les universités, les grandes écoles, les organismes de recherche et créer une ou plusieurs agences de recherche dotées d'importants moyens financiers.

10. Sur la faiblesse des dépenses par étudiant en France, voir le rapport du CAE, *Éducation et croissance*, de Pierre Aghion et Élie Cohen (La Documentation française, 2004), ainsi que les données comparatives produites par l'OCDE.

Quatre orientations pour l'évolution du système français

Pour beaucoup, autonomie et renforcement des moyens vont de pair. Daniel Malkin a en particulier souligné que le succès de la profonde réforme en cours au Japon est étroitement lié aux perspectives nouvelles offertes par une augmentation forte et continue des investissements publics. Comment, dès lors, mettre en œuvre cette augmentation ? Les intervenants se sont accordés sur la proposition de Jean-Yves Mérimod qui a souligné l'importance de voir une partie significative de ces moyens consacrée à des incitations au développement de leur positionnement stratégique par les universités et à l'accompagnement des prises de risque.

Enfin, si tous les acteurs s'accordent sur l'importance de l'évaluation qui constitue un moteur puissant pour les chercheurs, un débat très vif a opposé les tenants d'une instance nationale unique (liée à la fusion du CNU et du Comité national de la Recherche scientifique), comme Nicole Le Querler, à ceux qui militent pour l'existence de plusieurs systèmes adaptés à chacune des institutions, notamment, comme l'a souligné Marion Guillou, quand les missions ne sont pas uniques. Philippe Larédo s'est demandé si on ne mêlait pas trois questions différentes : la question des accréditations ou des labellisations (de curriculum d'enseignement ou de structures de recherche) dont les logiques sont multiples et peuvent difficilement être remplies par une seule structure ; la question du suivi de la carrière des chercheurs et des enseignants-chercheurs académiques (que fait le CNRS mais pas le CNU) et la question de l'évaluation externe des structures de recherche (question posée pour les structures universitaires et qui deviendrait d'autant plus forte que les universités gagneraient en autonomie).

Au total, les participants se sont donc accordés pour considérer que la loi devrait mettre les universités au centre de ses préoccupations, qu'il était urgent de renverser la tendance financière et qu'il était critique de faire des universités des acteurs autonomes et stratégiques.

La politique nationale entre européanisation et régionalisation : une nécessaire redéfinition

Dans sa présentation sur l'Allemagne, Frieder Meyer-Krahmer a rappelé une caractéristique forte des discussions actuelles dans les grands pays européens : leur incapacité à sortir des cadres traditionnels pour prendre en compte l'évolution induite par le choix d'un ancrage européen. Sans même mettre en avant les implications de la nouvelle Constitution, Dominique Guellec a rappelé quelques indicateurs de l'évolution du partage des rôles entre les États et l'Union en matière de recherche : le poids grandissant des programmes-cadres européens dont les moyens augmentent (10 milliards d'euros par an prévus pour le 7^e PCRD) et le rôle dans les négociations internationales (notamment sur l'enseignement supérieur et les échanges intellectuels). Il s'est étonné de voir que l'on évoque de grands programmes en mettant Airbus et le domaine spatial en avant, sans mentionner la nature pleinement européenne de ces aventures, dont les difficultés internationales

rencontrées par le TGV illustrent en creux l'importance. De même, peut-on encore envisager la réalisation de grandes infrastructures en dehors du cadre européen ? Mentionnons à ce propos le rôle joué par l'Europe pour ITER comme pour Galileo.

Selon Dominique Guellec, une discussion nationale ne saurait éluder les problèmes pendants comme l'absence d'un brevet européen opérationnel et accessible quand on veut pousser les entreprises à mieux protéger et faire valoir leur propriété intellectuelle. Elle ne peut pas non plus faire l'économie d'une réflexion sur le partage des rôles entre les niveaux national et européen¹¹. Selon lui, la typologie des laboratoires industriels proposée par Frédérique Sachwald pourrait fournir un point d'appui aux réflexions sur les politiques publiques en distinguant recherche locale (par exemple sur le cuir catalan) et recherche globale (illustrée par la physique quantique).

De façon similaire, Philippe Larédo s'est demandé pourquoi la question de la décentralisation avait été largement éludée au cours des débats qui se sont tenus jusqu'à présent. Tous les acteurs et tous les documents posent comme une évidence un engagement financier croissant des régions, mais rares sont ceux qui abordent la question de leur rôle institutionnel dans l'enseignement supérieur et la recherche¹². En particulier, la France restera-t-elle le seul des grands pays européens à gérer centralement ses universités ? La discussion a souligné cinq points que toute approche devra prendre en compte : ne pas confondre changement de tutelle et changement de règles du jeu, vérifier que la région est un cadre adapté et donc suffisamment vaste, ne pas se servir de ce transfert pour éluder la question de l'accroissement des moyens consacrés à l'enseignement supérieur, ne pas confondre décentralisation et disparition de l'encadrement national (certification des diplômes et évaluation de la qualité de la recherche), assurer une mise en œuvre progressive¹³. Anticipant nos discussions, Frieder Meyer-Krahmer avait conclu sa présentation sur l'Allemagne en soulignant qu'il ne faut pas voir dans la décentralisation une « solution miracle » et qu'il faut être très attentif aux conditions de sa mise en œuvre, « l'enchevêtrement des décideurs pouvant conduire à une paralysie ».

11. Sur les enjeux, voir « Prospective de l'espace européen de la recherche », P. Larédo, *Revue française d'administration publique*, mars 2005.

12. Citons cependant le rapport de Christian Blanc sur ce thème.

13. À l'instar de ce qui s'est fait en Espagne, où la loi a défini les principes et les conditions à remplir pour que le transfert soit effectif. Cela a permis un transfert progressif sur plusieurs années en fonction du développement par les régions des moyens de prendre en charge ces nouvelles responsabilités.

Le cadrage de l'intervention nationale ainsi balisé, les débats ont abordé les aspects organisationnels et trois points nous ont paru particulièrement importants. Ils concernent l'organisation ministérielle, la cohérence dans l'allocation des moyens et la prise en charge des recherches « à finalité sociale ».

L'accord sur la fusion des administrations de la recherche et de l'enseignement supérieur est apparu comme allant de soi, vu les positions prises sur le rôle des universités.

À plusieurs reprises, les participants ont souligné l'importance d'une cohérence interne des décisions. Même en augmentant les moyens de 1 voire 2 milliards d'euros par an, peut-on tout faire, c'est-à-dire renforcer les

Quatre orientations pour l'évolution du système français

universités (priorité principale), conserver les organismes en l'état et doter une agence nationale de recherche, lancer de nouveaux « programmes de développement technologique » (pour reprendre la terminologie des années 1970), prendre une place prépondérante dans ITER et vouloir jouer un rôle central dans les NBIC, et bien sûr renforcer la recherche sur les problèmes de société ?

Le dernier point a concerné ce que les spécialistes qualifient de « problem solving research », autrement dit les recherches stratégiques qui répondent à une finalité sociale et s'appuient sur une consultation des acteurs concernés. Marion Guillou a souligné que « dans ces recherches, le choix de l'objectif... précède les questions de recherche ». Les procédures de mise en œuvre sont donc très différentes de la recherche académique ou fondamentale (même si bien des recherches qui seront ensuite décidées relèvent de ce dernier vocable). Elles réclament donc une organisation spécifique et ne sauraient être traitées sur le même mode que la recherche universitaire. Le choix traditionnel de la France a été d'associer à chaque problème, un organisme spécifique. La question qui est posée est maintenant double : faut-il garder ce modèle ou plutôt aller vers une logique de programmes ? Et si on le garde, la configuration actuelle est-elle pertinente au regard de l'évolution des problèmes en un demi-siècle ? Marion Guillou a suggéré une voie intermédiaire et progressive, qui consisterait à dédoubler les missions des structures actuelles en les amenant à clairement distinguer une partie opérationnelle (en charge des capacités propres de recherche de l'organisme) et une partie programmatique (largement ouverte sur l'extérieur).

I

**Internationalisation
de la R&D
et systèmes nationaux
d'innovation** _____

Mondialisation et attractivité de la France pour la R&D des entreprises

Frédérique Sachwald

Institut Français des Relations Internationales et Université Paris-Nord

La place prise par la notion d'attractivité dans les débats de politique économique s'explique par l'accroissement de la mobilité de certains facteurs de production dans le contexte de la mondialisation. Le capital bien sûr, mais aussi certains travailleurs qualifiés. Plus récemment la « fuite des cerveaux » et la « délocalisation » de certaines activités de R&D ont aussi suscité des inquiétudes dans différents pays européens.

La mondialisation se traduit par un accroissement de la concurrence sur de nombreux marchés, mais accroît aussi les moyens dont disposent les entreprises pour réorganiser leur chaîne de valeur, abaisser leurs coûts ou augmenter leurs capacités d'innovation. Les multinationales ont tiré parti de ces évolutions pour développer des stratégies globales et organiser des réseaux mondiaux de production et d'innovation, en déplaçant éventuellement certaines activités d'un territoire à l'autre. Dans ce contexte, les économies se différencient par les facteurs de production immobiles attachés à leur territoire – différents types d'infrastructures, y compris de recherche, main-d'œuvre –, mais aussi par la taille et les caractéristiques de leur marché intérieur. En effet, un territoire peut être attractif pour les multinationales comme espace de production, mais aussi comme espace de vente, ce qui est insuffisamment souligné dans les débats sur les « délocalisations ».

Les pays les plus attractifs cumulent les deux grands facteurs d'attraction : un marché dynamique et des capacités de production et d'innovation performants pour certaines activités. Les États-Unis combinent ainsi un marché où les consommateurs ont un pouvoir d'achat élevé et croissant avec des capacités de production particulièrement bien adaptées aux secteurs de haute technologie et aux services. La qualité de la recherche et les opportunités offertes aux innovateurs attirent ainsi les laboratoires des multinationales dans certains secteurs. Ces facteurs locaux attirent aussi des chercheurs, qui aspirent à mener leur activité dans de meilleures conditions que dans leur pays d'origine¹. La Chine draine elle des montants importants d'investissement étranger car elle combine un marché en forte croissance avec des facteurs de production adaptés à l'assemblage de produits de grande consommation destinés à l'exportation. La France est moins bien placée pour les deux types de facteurs d'attraction : ses perspectives de croissance à long terme sont relativement faibles et, malgré des coûts éle-

¹ L'attractivité des États-Unis pour les étudiants a récemment baissé du fait des mesures de sécurité renforcées pour l'entrée sur le territoire américain.

vés, elle reste peu spécialisée dans les secteurs de haute technologie et de services en expansion.

Dans ce contexte, le « gouvernement a fait de l'amélioration de l'attractivité française une des pierres angulaires de son action économique » (Biacabe, 2003). De plus, des analyses récentes ont attiré l'attention sur la question plus particulière de l'attractivité de la France pour les activités de R&D. La France pourrait ainsi être menacée de « délocalisations par le haut » d'activités de R&D, ce qui constitue une menace plus sérieuse pour sa capacité à adopter une croissance par l'innovation que les « délocalisations par le bas » d'activités intensives en main-d'œuvre (Sachwald, 2003).

L'appréciation de l'attractivité de la France pour les activités de R&D s'appuie sur une analyse préalable de l'attractivité de la France pour l'investissement étranger en général. L'analyse s'attache ensuite à identifier les facteurs favorables au développement d'activités de recherche et d'innovation sur un territoire. L'étude des activités de R&D des entreprises françaises à l'étranger d'une part et des entreprises étrangères en France d'autre part suggère que l'attractivité de la France pour la R&D des entreprises faiblit. La conclusion aborde les pistes de renforcement de l'attractivité de la France pour la R&D.

1. Évaluer l'attractivité de la France

La France se classe régulièrement parmi les pays qui reçoivent le plus d'investissements directs étrangers (IDE). Mais cet indicateur des montants d'IDE reçus souvent cité ne permet qu'une première approximation. Il ne rend pas compte de l'attraction des autres pays pour les entreprises françaises et ne permet pas d'aborder la décomposition des flux d'IDE, ni les facteurs d'attractivité. L'attractivité de la France doit être appréciée en combinant des indicateurs de résultats et des indicateurs relatifs à l'environnement des entreprises.

L'investissement étranger entrant et sortant de France

Les indicateurs de résultats, qui estiment l'importance des investissements étrangers reçus par la France relativement à d'autres pays, donnent une image incertaine de l'attractivité de la France. La France attire bien des capitaux étrangers, comme le soulignent régulièrement les autorités², mais la part des investissements étrangers dans l'ensemble de l'activité économique du pays est relativement modeste ; elle est inférieure à celle d'autres pays européens et à celle de différents pays émergents. Cet indicateur est proche de l'indicateur de performance pour l'IDE produit par la CNUCED, selon lequel la France était en 66^e position en 1999-2001, et en 50^e position en 2001-2003³.

Par ailleurs, les entreprises françaises investissent aussi fortement à l'étranger, et relativement plus que les entreprises d'autres pays industria-

2. Voir notamment le rapport sur l'attractivité de la France de l'AFII (2004).

3. Le ratio de la CNUCED rapporte la part de l'IDE mondial reçu par un pays à sa part dans le PIB mondial (CNUCED, 2004).

Mondialisation et attractivité de la France pour la R&D des entreprises

lisés. Ces investissements des entreprises françaises à l'étranger peuvent être considérés comme des indicateurs de l'attractivité relative d'autres pays. Le tableau 1 montre qu'entre 1994 et 2003 la France a été le second

Tableau 1. Flux d'IDE des pays de l'OCDE, cumul 1994-2003
(en milliards de \$)

Flux entrants		Flux sortants		Flux sortants nets	
États-Unis	1349,6	États-Unis	1331,0	Royaume-Uni	415,6
Belgique / Luxembourg	762,7	Royaume-Uni	878,6	France	301,0
Royaume-Uni	463,1	Belgique / Luxembourg	767,0	Japon	217,6
Allemagne	387,0	France	652,7	Suisse	108,5
France	351,6	Allemagne	452,7	Pays-Bas	96,3
Pays-Bas	286,5	Pays-Bas	382,8	Allemagne	65,6
Canada	208,1	Japon	268,0	Espagne	46,7
Espagne	183,5	Canada	237,3	Canada	29,2
Suède	168,2	Espagne	230,1	Finlande	26,7
Mexique*	138,2	Suisse	190,4	Italie	25,9
Irlande	120,0	Suède	150,2	Belgique / Luxembourg	4,3
Danemark	91,7	Italie	112,4	Portugal	3,4
Italie	86,5	Danemark	82,0	Norvège	2,2
Australie	82,2	Finlande	72,6	Islande	0,5
Suisse	81,9	Australie	57,3	Corée	- 3,4
Pologne	52,0	Norvège	37,7	Grèce	- 5,0
Japon	50,5	Corée	37,5	Turquie	- 7,0
Finlande	45,9	Autriche	33,6	Autriche	- 7,6
Autriche	41,2	Portugal	29,2	Danemark	- 9,7
Corée	40,9	Irlande	26,7	Slovaquie	- 10,9
République tchèque	37,9	Mexique*	5,4	Nouvelle-Zélande	- 17,0
Norvège	35,5	Hongrie	3,9	Suède	- 18,0
Hongrie	32,4	Grèce	3,7	États-Unis	- 17,0
Portugal	25,7	Turquie	3,6	Australie	- 24,8
Nouvelle-Zélande	19,9	Nouvelle-Zélande	2,9	Hongrie	- 28,4
Slovaquie	11,0	Islande	1,5	République tchèque	- 36,7
Turquie	10,6	République tchèque	1,2	Pologne	- 50,9
Grèce	8,7	Pologne	1,1	Irlande	- 93,3
Islande	1,0	Slovaquie	0,1	Mexique*	- 132,9
Total OCDE	5 174	Total OCDE	6 053,1	Total OCDE	879,2

* Données de 2001 et 2002 uniquement.

Source : OCDE, 2004.

pays pour lequel les flux d'IDE sortants ont excédé les flux entrants. Au cours de la décennie, la plupart des pays industrialisés ont connu un accroissement de leurs flux entrants et sortants, mais les investissements des investissements sortants de France ont été particulièrement dynamiques à la fin de la décennie. Dans la seconde moitié des années 1990, les entreprises françaises ont notamment investi aux États-Unis pour tirer parti de la forte croissance et des opportunités technologiques. Pour la période du boom nouvelle économie, le problème français pourrait donc être reformulé : il ne s'agissait pas tant d'un problème d'attractivité du territoire pour les entreprises étrangères que d'un problème d'opportunité pour les entreprises françaises.

Plus généralement, l'attractivité étant une notion relative, le différentiel de croissance et de dynamisme entre la France et d'autres territoires est un facteur important à considérer. Le développement de la Chine ou la croissance des nouveaux membres de l'Union européenne ont ainsi un impact sur l'attractivité des différentes zones. En 2003, avec 47 milliards de dollars, l'investissement étranger en France s'est maintenu à son niveau de 2002 (CNUCED, 2004), alors que l'investissement dans plusieurs autres pays industrialisés a encore diminué. Mais les flux sortant de France, à 57 milliards de dollars en 2003, restent sensiblement plus élevés que les flux entrants, confirmant ainsi la tendance des années 1990.

Cette observation des flux d'IDE souligne l'importance des perspectives de croissance des différentes zones et suggère de surveiller l'impact du dynamisme du marché local sur la localisation des activités de R&D.

L'attractivité pour les entreprises : les facteurs d'offre et de demande

L'attractivité d'un pays peut aussi être jugée en fonction des déterminants de la localisation des entreprises. L'attractivité pour les investisseurs étrangers dépend non pas d'un ou deux facteurs, mais plutôt d'un ensemble de déterminants, dont l'importance relative varie selon les objectifs de chaque investissement. La typologie synthétique des facteurs d'attractivité suivante permet de distinguer deux grands types de facteurs.

- **Les facteurs de demande** définissent la taille du marché local, et sont donc essentiels pour les investissements qui visent l'accès au marché local : population, pouvoir d'achat, taux de croissance notamment. L'insertion du pays dans un marché régional, comme l'Union européenne peut constituer un élément d'attractivité supplémentaire, notamment pour les petits pays.
- **Les facteurs d'offre** doivent être divisés en deux catégories, les déterminants des coûts d'une part et les déterminants de performance d'autre part.
 - **Les déterminants des coûts**, qui sont particulièrement importants pour les investissements qui sont motivés par une réduction des coûts de production : coût du travail, fiscalité, taux de change, taux d'intérêt, aides publiques. Les entreprises doivent simultanément tenir compte

Mondialisation et attractivité de la France pour la R&D des entreprises

de la productivité pour apprécier les coûts unitaires dans les pays d'implantation.

- **Les déterminants de la performance** influencent l'attractivité pour tous les types d'investissements dans la mesure où ils ont un impact sur la capacité des entreprises à fonctionner dans de bonnes conditions : environnement des affaires, cadre réglementaire, infrastructures physiques, taux de diffusion des nouvelles technologies, capacités de recherche... Selon le type d'investissement, certains facteurs de performance plus spécifiques sont cependant essentiels. Pour les activités intensives en R&D par exemple, les caractéristiques du système universitaire, la qualité et l'accessibilité de la recherche publique ou la qualité de l'éducation supérieure constituent ainsi des facteurs d'attractivité importants.

Les investissements étrangers dans les pays développés, que ce soit dans les secteurs industriels ou dans les services, sont d'abord attirés par les facteurs de demande. De ce point de vue, l'économie française reste un marché important, par ailleurs inséré dans l'Union européenne. La France et l'Europe souffrent cependant d'une croissance structurellement faible⁴, qui commence à peser sur leur attractivité. Une croissance plus dynamique constituerait sans doute le meilleur facteur d'attractivité de la France, l'objectif semblant difficile à atteindre et lointain. C'est sans doute ce qui explique que les facteurs d'offre sont plus souvent au cœur des débats sur l'attractivité. Par ailleurs, les facteurs pertinents sont souvent les mêmes que les facteurs de compétitivité, et certains peuvent jouer un rôle dans l'amélioration de la croissance.

Les annexes 1 et 2 présentent un ensemble d'indicateurs, quantitatifs et qualitatifs, pour évaluer la qualité de l'environnement économique et des capacités d'innovation de la France⁵. Ces indicateurs permettent de situer la France par rapport à un grand nombre de pays, mais détaillent plus particulièrement la comparaison avec les pays européens d'une part et les États-Unis d'autre part.

L'annexe 1 porte sur la qualité de l'environnement économique français. La France est classée parmi les dix premiers pays pour quelques indicateurs comme la qualité des infrastructures ou la sophistication de la demande. Sa position internationale est cependant assez moyenne au sein des pays développés et elle est plus souvent située entre la 10^e et la 20^e position. Elle arrive souvent derrière les États-Unis et n'obtient la meilleure position européenne pour aucun critère. Elle est particulièrement mal classée pour la part d'une classe d'âge dans l'enseignement supérieur, la création de start-ups, la qualité des relations employeurs/salariés, les distorsions introduites par les subventions publiques ou encore le développement de pôles de compétitivité.

L'annexe 2 souligne que la France est encore moins bien positionnée du point de vue des facteurs d'attractivité les plus pertinents pour les investis-

4. Depuis les années 1980, l'écart de croissance entre la France et les États-Unis augmente. En 2003, il a atteint 2,6 % en faveur des États-Unis, avec une croissance du PIB de 0,5 % pour la France. La croissance potentielle de la France pour les 20 prochaines années est estimée entre un peu plus de 1 % et un peu plus de 2 % (Miotti et Sachwald, 2004).

5. Cette utilisation d'indicateurs élémentaires est préférable à l'agrégation au sein d'un indicateur synthétique dont la signification est incertaine (Grégoire et Maurel, 2003).

sements dans les secteurs de haute technologie et les activités de R&D. La France n'est le pays européen le mieux classé que pour la part des dépenses publiques de R&D dans le PIB. Elle est en revanche bien mal classée pour l'absorption des technologies par les entreprises, les relations universités/entreprises et la fuite des cerveaux. La France est aussi classée au-delà de la dixième position pour différents indicateurs importants tels que la qualité des instituts de recherche, le nombre de brevets par habitant et la perception de sa sophistication technologique par les entreprises.

L'annexe 2 montre par ailleurs que la France est particulièrement mal placée pour la diffusion des technologies de l'information et de la communication (TIC), qui jouent un rôle croissant dans la compétitivité des entreprises et l'attractivité d'un pays. Les TIC constituent en effet à la fois une composante de la capacité d'un pays à obtenir des progrès de productivité et un facteur de sophistication du marché national. La France est ainsi très mal classée pour différents indicateurs de diffusion des TIC : nombre d'utilisateurs d'Internet et de serveurs, utilisation d'ordinateurs personnels, utilisation du téléphone mobile ou encore perception par les entreprises de la priorité donnée par le gouvernement à la promotion des TIC. Le seul point rassurant en ce qui concerne la diffusion des TIC est que des évolutions rapides sont possibles. La décision de l'ART d'ouvrir de la boucle locale à la concurrence intervenue en 2001 a ainsi permis d'accélérer la diffusion du haut débit en France (*Economist*, 2004).

Les indicateurs des annexes 1 et 2 confirment largement le mauvais positionnement de la France pour entrer dans l'économie du savoir⁶. Différents indicateurs soulignent en particulier la mauvaise position de la France en matière de capital humain. La France est notamment mal classée par rapport aux autres pays de l'OCDE pour différents indicateurs relatifs à l'enseignement supérieur (part de la population active ayant une éducation supérieure, dépenses annuelles par étudiant, rang international de ses universités scientifiques). L'insuffisance des investissements dans le capital humain limite les capacités de développer de nouvelles activités dans les secteurs de biens et de services high-tech, qui constituent les domaines de spécialisation logiques des pays à haut revenu. Elle réduit aussi l'attractivité de la France pour ces activités. L'Irlande, l'Inde et Israël ont suivi des trajectoires presque inverses : leurs très forts investissements dans la formation de capital humain, qui ont généré un surplus par rapport aux besoins de leurs économies, ont constitué des atouts essentiels dans l'attraction d'entreprises étrangères dans les technologies de l'information comme le logiciel (Arora et al., 2004). Ces entreprises étrangères ont ensuite joué un rôle important dans la naissance d'industries locales du logiciel.

Par ailleurs, le capital humain en France apparaît peu ouvert sur l'étranger : la part des docteurs scientifiques et des ingénieurs issus d'universités américaines dans les chercheurs et celle des non-nationaux dans les scientifiques et ingénieurs sont très faibles par rapport à la moyenne des pays de l'OCDE

6. Pour différentes perspectives, voir Aghion et Cohen (2004), Blanc (2004), CGP (2002), FutuRIS (2004), Miotti et Sachwald (2004). Voir aussi l'indicateur synthétique d'innovation de la Commission Européenne, qui classe la France en 10^e position parmi les pays de l'OCDE (EU 2004).

Mondialisation et attractivité de la France pour la R&D des entreprises

(Debonneuil et Fontagné, 2003). Cette faible présence des chercheurs étrangers ou formés à l'étranger peut être à la fois une conséquence et une cause de la faible attractivité de la France pour les activités high-tech et la recherche d'entreprises étrangères.

Les conséquences de cette relativement faible dotation en capital humain sont encore aggravées par les rigidités du marché du travail français, qui entrave le processus de destruction créatrice. Or le bon fonctionnement de ce processus est particulièrement important pour les secteurs émergents et les industries où la technologie évolue rapidement. La mobilité des chercheurs et des ingénieurs est ainsi une des caractéristiques le plus souvent soulignées des industries high-tech aux États-Unis, mais aussi au Royaume-Uni⁷. L'insuffisante flexibilité du droit du travail français, souvent soulignée comme un obstacle à l'investissement par les dirigeants étrangers⁸, pourrait donc avoir un impact spécifique sur l'attractivité de la France pour les secteurs high-tech et les laboratoires de R&D.

Ce rapide passage en revue des indicateurs d'attractivité souligne leur diversité et permet de préciser le diagnostic sur la position de la France. Ce panorama permet aussi de souligner que la fiscalité ou les incitations financières ne sont que l'une des dimensions de l'attractivité pour les facteurs mobiles. Au total, la France apparaît effectivement dans une position de relative faiblesse, non pas pour attirer des investissements étrangers en général, mais pour développer et attirer des activités intensives en R&D – que ce soit de la part d'entreprises françaises ou étrangères.

2. La mobilité internationale des activités de R&D

Depuis une vingtaine d'années, les activités de R&D, traditionnellement concentrées auprès de la maison mère, s'internationalisent. Cette tendance s'est accélérée dans les années 1990. Le tableau 2 indique que la part des filiales étrangères dans les dépenses de R&D s'accroît et atteint des niveaux substantiels dans différents pays. Le rapprochement des tableaux 1 et 2 suggère qu'il existe une corrélation entre l'importance des investissements étrangers reçus par un pays et la part de la R&D réalisée par des filiales étrangères. La part de la R&D étrangère est ainsi particulièrement élevée en Irlande et en République tchèque, alors qu'elle est extrêmement faible au Japon.

Il n'existe cependant pas de corrélation étroite entre l'attractivité pour l'IDE en général et l'attractivité pour les activités de R&D. Celle-ci dépend notamment de la composition sectorielle des investissements étrangers et de la position d'un pays pour les facteurs spécifiques qui déterminent la localisation des activités de R&D. Au-delà des questions de composition d'ensemble des activités des filiales étrangères, l'analyse des déterminants de la localisation des activités de recherche par les entreprises amène à distinguer plusieurs types d'unités de R&D.

7. Le rôle de la mobilité est souligné en particulier par les études des pôles d'excellence américains.

Une comparaison des relations externes des entreprises en matière de connaissance entre la France et le Royaume-Uni dans le domaine de l'opto-électronique souligne le rôle des mouvements de personnel dans l'établissement de nouvelles relations de coopération (Mason *et al.*, 2004).

8. Voir les enquêtes auprès des dirigeants, menées notamment par Ernst & Young (2004).

Tableau 2. **Part des filiales étrangères dans les dépenses de R&D des entreprises, par pays**

Pays	1995	2001
États-Unis	14,4	17,2
Royaume-Uni (1999)	..	31,5
Allemagne	16,0	24,8
France	19,4	22,3
Suède	19,0	41,2
Finlande	12,1	13,1
Irlande	69,9	74,2
Italie	..	37,3
Pays-Bas	..	22,2
Espagne	32,7	42,6
Canada (2000)	37,1	34,2
Japon	1,4	3,8
Australie (1999)	37,6	45,4
Pologne (2002)	..	11,9
République tchèque (2002)	..	59,0

Source : OCDE, base AFA

L'internationalisation récente de la R&D

Les interactions nécessaires à l'innovation entre la recherche, les services stratégiques ou de marketing et les unités de développement expliquent la centralisation historique de la R&D dans le pays d'origine des multinationales. L'existence d'économies d'échelle dans les activités de R&D pouvait constituer un facteur supplémentaire de concentration. Face à ce faisceau de forces de centralisation, seule l'adaptation à la demande locale constituait traditionnellement une incitation à décentraliser certaines activités liées au développement auprès d'unités de production étrangères (tableau 3).

À partir des années 1980, le développement des opérations à l'étranger a donné une importance croissante à l'adaptation aux marchés locaux. Par ailleurs, de nouveaux facteurs sont apparus. Du côté de la demande, la concurrence par l'innovation a incité les multinationales à observer les nouvelles pratiques et les nouveaux marchés qui émergent dans des pays étrangers. D'où la localisation de postes de veille technologique, de centres de design ou de centres techniques dans de nouveaux pays. Dans certains pays émergents, comme en Chine, une forte demande pour des transferts de

Mondialisation et attractivité de la France pour la R&D des entreprises

Tableau 3. Les facteurs d'internationalisation des activités de R&D par les multinationales*

	Caractéristiques scientifiques et technologiques	Caractéristiques des marchés
Facteurs de centralisation dans le pays d'origine	<ul style="list-style-type: none"> • Capacités technologiques historiques du pays d'origine • Economies d'échelle dans la R&D 	<ul style="list-style-type: none"> • Marché d'origine leader
Facteurs de dispersion internationale	<ul style="list-style-type: none"> • Pôles scientifiques d'excellence à l'étranger • Bon rapport coût/efficacité à l'étranger pour certaines activités de R&D 	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptation aux besoins des marchés et des capacités de production locaux • Nouveaux marchés leader à l'étranger

* Les forces de dispersion apparues dans le contexte de la mondialisation sont indiquées en gras.

technologie a aussi pu renforcer la tendance à ouvrir des centres de R&D locaux.

Du côté de l'offre, les entreprises ont localisé des capacités de R&D à l'étranger pour tirer parti de compétences locales spécifiques, aux États-Unis notamment. Enfin, les évolutions technologiques et l'externalisation d'activités de développement ont ouvert la voie à la « délocalisation » de certaines opérations dans des pays où les salaires des techniciens et des ingénieurs sont faibles. Cette tendance s'est d'abord développée dans l'électronique, les télécommunications et le logiciel, notamment au bénéfice de l'Inde. Les économies d'échelle dans les opérations de R&D restent un facteur de centralisation, mais la diversification des sources de compétences et la capacité de diviser les processus d'innovation jouent en faveur de la dispersion.

La tendance à la plus grande dispersion internationale des unités de R&D se double par ailleurs d'une tendance à l'externalisation de certaines activités de R&D. Les entreprises coopèrent ainsi avec différents partenaires publics ou privés dans le cadre de leurs activités de R&D. Le portefeuille de coopérations en R&D tend à privilégier les partenaires proches, notamment nationaux. Cependant, les entreprises, et notamment les plus grandes, développent des coopérations internationales avec de petites entreprises de haute technologie ou avec les universités mondialement reconnues pour l'excellence de leurs chercheurs. De plus, certaines coopérations internationales, motivées par l'accès à des capacités de R&D particulièrement intéressantes du partenaire étranger, peuvent avoir une grande importance⁹.

⁹. Sur ce point, à propos des caractéristiques des accords de coopération en R&D des entreprises localisées en France avec des partenaires français, européens et américains, voir Miotti et Sachwald (2003). L'efficacité relative des coopérations avec des entreprises extra-européennes, indiquée dans cette étude, semble confirmée par les premières exploitations de l'enquête sur les relations inter-entreprises menée par le SESSI en 2003.

Si donc la « prime manifeste pour la recherche au pays d'origine des entreprises » (Beffa, 2004) persiste, elle s'érode progressivement et ne peut être considérée comme éternelle si le pays d'origine ne maintient pas une attractivité suffisante pour les activités de R&D.

Trois types de centres de R&D

La centralisation de la recherche dans le pays d'origine perdure, mais les multinationales organisent des réseaux d'innovation mondiaux sophistiqués et réactifs. La constitution de réseaux globaux d'innovation s'appuie sur différents types d'unités de R&D, qui correspondent à une division du processus d'innovation. Les facteurs de localisation de ces unités doivent être précisément identifiés pour affiner le diagnostic et envisager des mesures de renforcement de l'attractivité de la France. Les évolutions récentes font émerger trois grands types de centres de R&D, qui constituent les réseaux globaux des entreprises.

Le centre de développement local

Les activités de développement sont traditionnellement plus dispersées que les travaux de recherche appliquée. En conséquence, les centres de R&D spécialisés dans les travaux d'adaptation aux conditions locales sont les plus nombreux et leur localisation est largement déterminée par la distribution géographique des activités productives des multinationales. La demande mondiale se déplaçant vers de nouveaux pays, il est logique que ceux-ci accueillent une part croissante des centres de R&D qui apportent un soutien aux opérations productives.

Par ailleurs, les acquisitions, qui sont souvent motivées par l'expansion de la part de marché, jouent un rôle déterminant dans l'existence de centres de R&D étrangers. Certains de ces centres peuvent néanmoins faire l'objet d'opérations de restructuration des réseaux mondiaux après une série d'acquisitions. La réorganisation se fera en fonction des besoins de soutien à la production et des capacités spécifiques des différents centres.

Le laboratoire global de recherche

La localisation des laboratoires de recherche de long terme est moins liée à la proximité d'unités de production, et beaucoup plus aux possibilités d'interactions avec des centres universitaires et un environnement scientifique et technologique stimulant. Les clients, les fournisseurs et les petites entreprises innovantes sont des acteurs importants de cet environnement, où la circulation des idées et des informations est rapide. L'environnement économique plus général joue donc aussi un rôle.

Les États-Unis attirent ce type de laboratoires car ils sont à la frontière technologique dans un grand nombre de domaines et ont développé des foyers d'innovation internationalement reconnus. Ils attirent ainsi des laboratoires européens et asiatiques dans les biotechnologies et les technolo-

Mondialisation et attractivité de la France pour la R&D des entreprises

gies de l'information, qui cherchent notamment à accéder à des ressources amont génériques¹⁰.

Les laboratoires globaux peuvent être liés à des centres de veille des marchés du futur. Les marchés leaders peuvent ainsi être des éléments constitutifs de pôles d'attraction (Beise, 2004, Doz *et al.*, 2001). Certaines entreprises cherchent à localiser des unités technologiques et de R&D au cœur de zones qu'elles considèrent comme particulièrement représentatives des tendances futures. Il peut s'agir d'observer le futur du multimédia, ou l'évolution des goûts et des attentes dans des domaines plus traditionnels (sport, alimentation...). Les facteurs d'attractivité ont plus trait ici à l'avance des consommateurs et des pratiques qu'aux caractéristiques scientifiques et technologiques, mais les zones concernées peuvent être considérées dans leur domaine comme des pôles d'excellence. La sophistication de la demande peut par exemple dépendre d'infrastructures très développées, comme dans les technologies de l'information. En conséquence, les marchés leaders ont des caractéristiques communes avec les zones d'attraction des laboratoires globaux.

Les laboratoires globaux, où se concentre la recherche appliquée, sont très minoritaires. Selon une enquête portant sur 700 filiales japonaises aux États-Unis en 1998, 137 avaient des activités de R&D identifiées ; 106 (77 %) étaient des laboratoires de soutien à la production et 31 (23 %) des laboratoires de recherche (Iwasa et Odagiri, 2004). Encore cette part de près d'un quart est-elle sans doute relativement élevée dans la mesure où l'environnement américain est particulièrement attractif et que les groupes japonais ont déployé des stratégies volontaristes d'accès à la technologie aux États-Unis. Plus généralement, la part des laboratoires globaux peut être estimée à un cinquième des budgets de R&D des groupes, mais avec des variations sectorielles et selon le positionnement stratégique des entreprises.

Le centre de rationalisation global

Les centres de rationalisation effectuent des opérations de R&D qui peuvent être sous-traitées et pour lesquelles la réduction des coûts peut justifier une délocalisation. Ces unités sont localisées en fonction du rapport qualité/prix local pour les opérations délocalisables, mais aussi en fonction de l'efficacité de l'ensemble du réseau de l'entreprise. Pour le développement logiciel par exemple, la possibilité de travail en continu sur 24 heures peut jouer un rôle.

Les facteurs de localisation des trois types de centres de R&D sont différents. Les centres de développement sont traditionnellement beaucoup plus nombreux et dispersés que les laboratoires qui mènent des travaux de recherche appliquée. En conséquence, dans les secteurs de faible et moyenne technologie, où la capacité de recherche reste plus centralisée, la localisation des unités de R&D est largement déterminée par la distribution géographique des activités productives. Les acquisitions, qui sont

¹⁰. Voir Florida (1997), Miotti et Sachwald (2001), Iwasa et Odagiri (2004), Kaiser et Prange (2004), Sachwald (2003).

souvent motivées par l'expansion de la part de marché, jouent donc un rôle déterminant dans l'existence de centres de R&D étrangers¹¹.

La localisation des laboratoires de recherche est moins liée à la proximité d'unités de production, et beaucoup plus aux possibilités d'interactions avec des centres universitaires et un environnement scientifique et technologique stimulant. Selon une enquête dans les pays du Nord de l'Europe, les filiales d'entreprises étrangères qui font de la R&D sont aussi celles qui apprécient la qualité des institutions scientifiques locales¹². L'appréciation des institutions locales influence aussi positivement l'ampleur des activités de R&D des filiales. Une analyse statistique des brevets déposés aux États-Unis par les multinationales japonaises a ainsi montré que le rôle effectif de leurs unités de R&D américaines est corrélé à leur localisation : les unités de recherche sont localisées au sein de zones où les ressources scientifiques sont denses et ces unités tendent à déposer plus de brevets que les simples unités de soutien à la production, dont la localisation ne dépend pas de la densité du tissu scientifique et technologique local (Iwasa et Odagiri, 2004).

Réseaux globaux d'innovation et localisation des centres de R&D

Le tableau 4 synthétise notre discussion des déterminants de la localisation des unités de R&D, en identifiant les plus importants pour chaque type de centre (en gras).

Au total, la centralisation de la recherche dans le pays d'origine perdure mais est moins stable dans la mesure où les multinationales organisent des réseaux d'innovation mondiaux plus sophistiqués, qui s'adaptent aux évolutions des implantations productives et des capacités relatives des différents territoires. Les unités sont différenciées en fonction des objectifs qui leur sont assignés et une division internationale du travail d'innovation se développe. Par ailleurs, les différents centres de R&D sont des constituants majeurs mais pas uniques des réseaux d'innovation des entreprises. En effet les accords de coopération ont pris une importance croissante dans les activités de R&D des entreprises depuis une vingtaine d'années. Une appréciation complète de la géographie des réseaux d'innovation et de l'attractivité des territoires pour les activités de R&D doit donc aussi prendre en compte. En particulier, la coopération avec des centres universitaires de renom, ou très spécialisés sur une question précise, ne nécessite pas toujours l'implantation d'une unité de R&D à proximité. Les entreprises européennes ont ainsi développé des coopérations importantes pour leur stratégie de recherche avec des universités ou des entreprises américaines¹³.

La demande locale reste le moteur principal de la localisation à l'étranger d'activités de R&D au sein des unités d'adaptation aux conditions locales, qui, on l'a vu, sont les plus nombreuses. La demande mondiale se déplaçant vers de nouveaux pays, il est logique que ceux-ci accueillent une part crois-

11. Les filiales étrangères qui résultent d'une acquisition ont plus tendance à mener des activités de R&D (Davis et Meyer, 2004).

12. Tests menés à partir d'une enquête auprès d'entreprises étrangères en Allemagne, Autriche, Finlande, Danemark, Suède, Norvège et au Royaume-Uni en 1996-1997 et portant sur environ 1700 observations (Davis et Meyer, 2004).

13. Sur ce thème important qui n'est pas développé ici, voir notamment Miotti et Sachwald (2003).

Tableau 4. **Déterminants de la localisation des centres de R&D en fonction de leur type**

		Caractéristiques nationales attractives	
		De l'offre scientifique et technologique	De la demande
		Type de centre de R&D	
Unité de soutien à la production	Qualité de la formation (ingénieurs, techniciens...)	Marché local important (taille, pouvoir d'achat)	
Laboratoire global	Pôles scientifiques d'excellence Qualité des relations recherche-industrie	Marché leader	
Centre de rationalisation global	Bon rapport coût/efficacité pour les activités de R&D	–	

Les caractéristiques en gras sont les plus décisives pour chaque type d'unité de R&D.

sante du nombre total d'unités de R&D¹⁴. L'excellence des ressources scientifiques et technologiques attire cependant des centres de R&D spécifiques, capables d'assumer un rôle mondial au sein des réseaux d'innovation des multinationales. Enfin, la délocalisation de certaines tâches de développement constitue une tendance émergente, dont les avantages se préciseront à mesure que les entreprises auront mieux circonscrit les cas dans lesquels ces opérations sont réellement à la fois moins coûteuses et efficaces. De ce point de vue, le recours à ce type d'unités délocalisées devrait à la fois progresser et se rationaliser, suivant en cela l'évolution en cours pour la délocalisation de certaines tâches administratives et de services.

3. L'attractivité de la France pour la R&D

L'observation des décisions de localisation de centres de R&D de la part des groupes français comme le profil des activités de R&D des groupes étrangers en France suggèrent que l'attractivité de la France pour la recherche diminue. La distinction entre les trois types d'unités de R&D développée ci-dessus permet d'apprécier précisément la baisse de l'attractivité de la France pour la R&D et d'envisager la signification du phénomène pour l'évolution du système productif français dans le contexte de la concurrence internationale.

Internationalisation de la R&D des entreprises françaises

Les groupes français se sont rapidement internationalisés à partir de la fin des années 1980 et ont accru l'internationalisation de leurs activités de R&D au cours des années 1990. Ils ont ainsi suivi avec un certain décalage l'évo-

14. La part des dépenses de R&D effectuées dans les pays émergents a ainsi sensiblement progressé pour les multinationales américaines (National Science Board, 2004).

lution des multinationales américaines, anglaises ou allemandes. Ce rattrapage a été assez rapide et, à la fin des années 1990, les multinationales françaises dépensaient environ un tiers de leur budget de R&D à l'étranger, avec de fortes disparités, notamment en fonction des secteurs¹⁵. Au début des années 2000, la R&D des groupes français apparaît plus internationalisée que celle des groupes américains ou allemands¹⁶.

L'évolution suivie par les multinationales françaises correspond ainsi aux déterminants de l'internationalisation de la R&D analysés ci-dessus. En particulier, l'internationalisation des activités productives et de distribution entraîne à terme la localisation d'unités de développement dans les nouveaux pays d'implantation. Les multinationales françaises ont aussi parfois conservé des unités de R&D intéressantes qui étaient attachées à des entreprises rachetées à l'étranger. Ces unités peuvent même devenir des centres d'excellence au sein de leur réseau mondial d'innovation. Saint-Gobain a ainsi conservé les capacités de R&D de Norton après son rachat en 1990, avec deux unités spécialisées dans les céramiques aux États-Unis. Le groupe a aussi conservé des unités de R&D de Certain Teed, et créé de nouveaux centres aux États-Unis. La part de la R&D américaine du groupe est ainsi passée de 10 % en 1980 à 27 % en 2000.

Les dépenses de R&D des entreprises étrangères aux États-Unis constituent un indicateur de l'attractivité du territoire américain pour les groupes européens. Les entreprises européennes dépensent sensiblement plus en R&D aux États-Unis (18,6 milliards de dollars en 2000) que les entreprises américaines en Europe (12,9)¹⁷. Le rapport est de 1,4, mais atteint 2,1 dans le cas de la chimie, dont 80 % des dépenses de R&D sont en pharmacie. De plus, la part de la chimie dans les dépenses de R&D étrangères aux États-Unis (34 %) est très supérieure à la part du secteur dans la production étrangère aux États-Unis (19 %). Ces différents chiffres, ainsi que des études des unités de R&D étrangères aux États-Unis, suggèrent que le pays est particulièrement attractif pour les groupes pharmaceutiques européens. Dans le cas des groupes français, les données de brevets et une série d'interviews confirment cette hypothèse (Sachwald, 2003). Les États-Unis apparaissent aussi attractifs en matière de recherche pour les entreprises françaises dans les domaines des technologies de l'information et de la communication et dans l'optique.

15. Voir Madeuf *et al.* (2000) ; Larédo et Mustar (2001) et Sachwald (2003).

16. Ces comparaisons, qui s'appuient sur la part des inventeurs travaillant dans les laboratoires situés à l'étranger, sont délicates pour les pays européens. La position relative des groupes américains ou européens, et selon la taille de l'échantillon de firmes retenues (Criscuolo, 2004, La Bas e Sierra, Sachwald, 2003).

17. Alors que le stock d'IDE américain en Europe et européen aux États-Unis était équivalent.

L'attraction des États-Unis en matière de R&D dans la pharmacie et la biotechnologie est due à un ensemble de facteurs, à la fois du côté de l'offre et du côté de la demande pour reprendre la typologie élaborée ci-dessus. Les États-Unis, qui représentent un vaste marché très rémunérateur, attirent les investissements étrangers. Ils disposent par ailleurs de capacités de recherche publique sans équivalent dans le monde par leur volume et leur qualité. Les centres de recherche académiques sont complétés par de nombreuses entreprises de biotechnologie spécialisées, qui contribuent fortement à attirer les laboratoires des entreprises.

Faible attractivité de la France pour la R&D dans la pharmacie

La France apparaît relativement peu attractive pour la R&D dans la pharmacie, que ce soit pour les entreprises françaises ou pour les entreprises étrangères. Ces dernières réalisent en France 63 % des ventes de la pharmacie, mais seulement 31% de la R&D (Masson, 2004). Au sein de l'Europe, la France apparaît en particulier moins attractive que le Royaume-Uni. Les groupes pharmaceutiques américains dépensent ainsi 3,5 fois plus en R&D au Royaume-Uni qu'en France¹⁸ et certaines activités des laboratoires situés en France ont été transférées au Royaume-Uni.

Les groupes pharmaceutiques étrangers expliquent leur faible attirance pour la R&D en France par diverses raisons (Masson, 2004), qui ne sont pas toutes relatives au système d'innovation :

- caractère imprévisible de la régulation sur les prix des médicaments ;
- compétitivité faible de la France en matière d'essais cliniques – du fait de facteurs qualitatifs et non seulement de facteurs de coût ;
- politiques attractives d'autres pays en faveur de la R&D des entreprises pharmaceutiques et de biotechnologie.

Au total, l'exemple de la pharmacie indique que le manque d'attractivité de la France pour les activités de R&D est dû à un ensemble de facteurs :

- caractère insuffisamment rémunérateur du marché, qui est pourtant le second par la taille en Europe, et jugement défavorable de la part des entreprises sur l'environnement des affaires ;
- difficultés pour mener des essais cliniques dans de très bonnes conditions, qui sont dues notamment aux procédures administratives et à la mauvaise image de la recherche clinique dans le public et à l'hôpital ;
- les politiques en faveur de la R&D en pharmacie et dans les biotechnologies sont perçues comme moins favorables que celles d'autres pays, européens notamment.

Il faudrait bien sûr hiérarchiser ces facteurs, mais ils représentent bien le symétrique des facteurs favorables généralement cités dans le cas des États-Unis. Pour ces derniers, l'aspect essais cliniques est moins souvent mentionné, peut être parce que si l'environnement américain est favorable aux essais cliniques de qualité, les coûts sont très élevés. Certains pays émergents, comme l'Inde ou certains nouveaux membres de l'UE, sont désormais considérés comme attractifs pour les essais cliniques.

18. Calculs à partir de données PhRMA pour 2002, citées dans Masson (2004).

La France reste relativement plus attractive pour la recherche dans des domaines où elle est à la fois un marché important et le berceau d'entreprises de taille mondiale comme l'automobile, l'aéronautique et certains matériaux. Dans certains cas, comme la microélectronique, sa place comme foyer de recherche dépend de sa participation active aux programmes européens de R&D et de l'attractivité du pôle de Grenoble, où coopèrent des entreprises françaises, européennes et américaines. De façon générale, les grandes entreprises françaises ont des intensités en R&D comparables à celles de leurs homologues étrangères dans les mêmes secteurs¹⁹ et conservent une part substantielle de leurs capacités de recherche en France, même si elles tendent effectivement à développer de nouvelles capacités à l'étranger ou à relocaliser certaines capacités à l'étranger. La forte concentration de la R&D française dans ces grands groupes et le manque de nouvelles entreprises intensives en R&D se combinent cependant pour rendre la localisation des activités de R&D en France fragile.

19. La comparaison peut être faite à partir des données sur les 700 entreprises qui ont les budgets de R&D les plus importants compilés par le ministère de l'Industrie britannique (http://www.innovation.gov.uk/projects/rd_scoreboard/introfr.html).

20. Les données disponibles comparables entre pays du tableau 2 portent sur l'industrie. Elles proviennent de la base AFA de l'OCDE et je remercie Thomas Hatzichronoglou de me les avoir communiquées.

21. À partir des données fournies par les enquêtes innovation (CIS3 du SESSI) et R&D (ministère de la Recherche).

La nationalité des entreprises est identifiée grâce aux données sur les liaisons financières fournies par l'INSEE.

Il est ainsi possible de comparer les caractéristiques des filiales de groupes étrangers installés en France avec les filiales de groupes français (distinguées des firmes indépendantes).

L'analyse aborde trois séries de questions : la nature des activités de production de connaissance des filiales de groupes étrangers en France ; le degré de dépendance de ces filiales par rapport à leur groupe ; les relations que ces firmes entretiennent pour innover avec des organismes privés ou publics, français ou étrangers. Voir Lhuillery et Sachwald (2004).

La R&D des entreprises étrangères en France

La part des entreprises étrangères dans la R&D totale de l'industrie a atteint 22,3 % en 2001²⁰. Cette part est sensiblement inférieure à la part de ces entreprises dans la valeur ajoutée (35,8 %). Le rapport est inverse aux États-Unis, où les entreprises étrangères représentaient 17,2 % de la R&D industrielle en 2001, mais seulement 15,8 % de la valeur ajoutée. Cette relativement forte proportion dans la R&D industrielle reflète la présence de nombreuses entreprises étrangères dans les industries high-tech aux États-Unis.

En France, la répartition des filiales étrangères qui effectuent de la R&D ne semble pas guidée par la proximité des centres de recherche, mais correspond plutôt à la répartition géographique des filiales étrangères sur le territoire (Francoz, 2003). Les groupes étrangers concentrent ainsi moins leur R&D en Île-de-France que les entreprises françaises. Cette répartition plus dispersée indique que la R&D étrangère est largement liée aux opérations de production. Le baromètre annuel Ernst & Young « Attractivité du site France » en apporte une confirmation qualitative. Le taux de satisfaction des décideurs interrogés en matière de R&D est assez élevé, mais leurs attentes sont faibles : on ne vient pas en France d'abord pour la R&D, mais plutôt pour la qualité des infrastructures, la situation géographique ou la qualité de vie.

L'analyse du profil des unités de R&D des filiales étrangères conforte l'hypothèse que ces dernières mènent surtout des activités de soutien aux opérations de production. Une comparaison entre les unités de R&D des groupes français et étrangers à partir de l'enquête Innovation du ministère de la Recherche permet de dégager diverses caractéristiques des activités des filiales étrangères qui soutiennent cette hypothèse. Les résultats qui suivent proviennent d'estimations portant sur les caractéristiques des deux populations de filiales²¹.

– Les filiales de groupes étrangers dépendent plus de leur groupe comme source d'innovation que les filiales de groupes français. L'intensité du

Mondialisation et attractivité de la France pour la R&D des entreprises

recours au groupe apparaît particulièrement forte pour les filiales des groupes scandinaves, suisses, allemands et américains. Il est donc logique d'observer que les maisons mères assurent une part plus grande des coûts de l'innovation (conception, approvisionnement en connaissances tel que les licences...) pour les filiales étrangères que pour les filiales des groupes français. Par ailleurs, les filiales des multinationales suisses, allemandes et américaines ont aussi plus tendance à confier la gestion de leur propriété intellectuelle à la maison mère que les filiales des groupes français.

- Les filiales de groupes étrangers ont moins recours aux sources externes de R&D disponibles localement (fournisseurs, clients, laboratoires publics, colloques) que les filiales de groupes français. En revanche, elles allouent des moyens supérieurs à leur personnel de recherche que les filiales des groupes français. La dépense interne de R&D par personne employée dans la R&D est significativement supérieure pour les filiales des multinationales scandinaves, suisses, néerlandaises et américaines.
- Les laboratoires publics en particulier représentent des partenaires moins utilisés par les filiales de groupes étrangers que par les filiales de groupes français.
- Les filiales de groupes étrangers reçoivent moins de financements publics pour leurs activités de R&D que les filiales des groupes français. C'est tout particulièrement le cas pour les financements nationaux et moins nettement pour les financements locaux. La discrimination est encore moins forte dans le cas des financements européens. Pour ces derniers, seuls les filiales scandinaves et suisses reçoivent significativement moins de financements que les filiales françaises²².
- La probabilité de faire de la recherche amont n'est pas significativement plus faible pour les filiales de groupes étrangers, mais elles s'y engagent moins intensément (part de ce type de recherche dans leurs dépenses de R&D) que les filiales de groupes français.

Au total, les filiales étrangères mènent donc des activités de R&D moins intensément orientées vers la recherche amont, plus dépendantes des capacités d'innovation de leur maison mère et moins de l'environnement scientifique et technologique local que leurs homologues françaises. Elles reçoivent aussi moins de financements publics pour ces activités. Cet ensemble de caractéristiques suggère bien qu'elles sont plutôt tournées vers le soutien à la production à partir des capacités d'innovation de la multinationale. La moindre intensité en recherche amont, les moindres relations avec les laboratoires publics et le moindre financement public peuvent être considérés comme des indicateurs complémentaires du fait que ces filiales étrangères ont des activités de recherche amont relativement peu développées. Elles pourraient néanmoins faire aussi face à des obstacles spécifiques concernant la coopération avec les laboratoires publics et l'accès au financement public.

L'analyse statistique suggère donc que les laboratoires globaux, tels qu'ils ont été définis plus haut, sont rares en France. Ils sont cependant rares en général et pour aboutir à un diagnostic plus précis sur l'attractivité de la

²². Pour les autres nationalités, l'impact négatif de la nationalité n'est pas statistiquement significatif.

France pour ce type d'activités de R&D, il faudrait compléter cette approche par une identification plus précise de ces laboratoires et une analyse qualitative. Il conviendrait notamment d'être attentif aux spécificités sectorielles.

Des enquêtes qualitatives auprès d'un nombre limité d'entreprises suggèrent que la France est moins attractive que le Royaume-Uni pour les activités de services et R&D – et relativement plus attractive pour les activités de production. D'après le baromètre Attractivité de Ernst & Young (2004), les entreprises étrangères estiment que les relations recherche publique-industrie seraient le principal domaine à améliorer pour accroître l'attractivité de la France en matière de R&D. Cette appréciation de la part des entreprises étrangères est tout à fait cohérente avec l'un des résultats de nos estimations statistiques, qui indique que les laboratoires publics représentent des partenaires moins utilisés par les filiales de groupes étrangers que par les filiales de groupes français. Or, la question des relations entre recherche publique et entreprises constitue l'un des problèmes souvent soulignés du système d'innovation français – notamment par les entreprises françaises.

Baisse de l'attractivité de la France pour la R&D

Le tableau 5 confirme le très fort accroissement des activités de R&D menées par des entreprises étrangères au sein des pays de l'OCDE. Il confirme aussi les analyses ci-dessus en montrant que la France attire une part relativement faible et décroissante de la R&D étrangère effectuée dans les pays de l'OCDE. L'attractivité de l'Allemagne et du Royaume-Uni semble aussi en baisse, alors que celle du Japon augmente. Ces résultats sont cohérents avec les indicateurs portant sur les facteurs d'attractivité de la R&D et les efforts en faveur de l'innovation que consentent les pays.

Tableau 5. Dépenses de R&D des filiales étrangères dans les pays de l'OCDE

	1991	2001
Total dans l'OCDE, en milliards de dollars	22,5	51,6
<i>dont en % :</i>		
– États-Unis	45,3	41,7
– Allemagne	18,3	14,8
– Royaume-Uni	15,9	12,4
– France	10,4	8,2
– Japon	2,8	4,8
– Autres OCDE (1995)	9,7	13,6

23. La part des services financiers dans le total de la valeur ajoutée et la part de l'équipement électrique et électronique, comme de la pharmacie, ont sensiblement plus augmenté aux États-Unis qu'au cours des vingt dernières années (Miotti et Sachwald,

2004). Source : OCDE.

Mondialisation et attractivité de la France pour la R&D des entreprises

La relativement faible attractivité de la France pour la R&D s'explique notamment par la structure sectorielle de l'économie française, où la part d'industries et de services intensifs en connaissances reste modeste, notamment par rapport aux États-Unis²³. Le tableau 6 souligne bien la position particulière des secteurs de haute technologie au sein de l'industrie. Il indique notamment que les entreprises étrangères sont bien implantées en France dans les secteurs de haute technologie, mais y effectuent des opérations relativement peu productives (part inférieure dans la valeur ajoutée par rapport à celle des effectifs) et n'y mènent guère d'activités de R&D. En effet, dans les industries de haute technologie, la part de la R&D des filiales étrangères est très inférieure à leur part dans la valeur ajoutée. Ce tableau confirme ainsi que la France semble particulièrement peu attractive pour la R&D dans les secteurs de haute technologie.

Tableau 6. Part des filiales étrangères en France dans la production et la R&D, par intensité technologique, en % du total

Type de secteurs	Valeur ajoutée	Effectifs	R&D
Faible intensité technologique	29,3	27,7	18,3
Intensité technologique moyenne-faible	37,8	37,7	30,2
Intensité technologique moyenne-haute	26,3	33,3	18,1
Haute technologie	44,8	47,5	22,6
Moyenne pour l'ensemble de l'industrie	37,5	33,1	22,0

Source : SESSI

La relation entre attractivité et demande locale soulignée plus haut suggère que l'accroissement de l'attractivité pour la R&D dépendra largement de l'évolution de la structure productive, qui est elle-même tirée par les opportunités offertes par le marché français. L'évolution de la demande pour des produits et des services intensifs en connaissance dépend par exemple du degré de diffusion des TIC, qui reste relativement faible en France (annexe 2). La dynamique d'internationalisation de la R&D joue en défaveur de l'attractivité de la France pour les activités de R&D. La dispersion des capacités de soutien à la production des entreprises qui s'internationalisent est logique dans le contexte de la mondialisation et du développement de nouveaux marchés. Notre analyse suggère néanmoins que d'autres facteurs de dispersion de la R&D des entreprises françaises à l'étranger se développent, que ce soit pour les laboratoires globaux (pôles d'excellence à l'étranger) ou pour les opérations de développement délocalisables. Enfin, les facteurs d'attraction de nouvelles unités de R&D étrangères apparaissent relativement faibles.

***Accroître l'attractivité de la France :
au-delà du système de recherche***

Le comportement des entreprises et des chercheurs individuels indique que l'attractivité de la France pour les activités de R&D s'affaiblit. L'analyse a souligné que ce manque d'attractivité concerne non seulement les entreprises et les chercheurs étrangers, mais aussi les entreprises et les chercheurs français, dont certains émigrent pour trouver de meilleures conditions de travail. Il ne s'agit donc pas de mettre en place des mesures qui permettraient d'attirer quelques entreprises étrangères pour accroître la dépense nationale de R&D, mais plus fondamentalement de promouvoir un environnement attractif pour la recherche et l'innovation en France. L'analyse a aussi souligné que la question de l'attractivité de la France s'inscrit dans un contexte global d'internationalisation des activités de R&D des entreprises dans lequel l'ouverture sur la recherche mondiale et la capacité à se positionner au sein des réseaux d'innovation est importante. Les mesures à envisager ne doivent donc pas se traduire par un repli de la recherche française (publique ou privée) ; il s'agit d'être attractif pour ses qualités, reconnues par la communauté scientifique internationale et les entreprises.

La mondialisation touche progressivement tous les secteurs, industriels et de services, et l'internationalisation des entreprises françaises suscite une tendance à la décentralisation de la R&D, y compris pour les points forts de l'industrie française. Par ailleurs, si les laboratoires à l'étranger vont continuer à se développer, les unités de soutien à la production resteront les plus nombreuses dans les différents pays d'accueil, les laboratoires globaux étant beaucoup plus rares. Dans ce contexte, la France devrait poursuivre deux types d'objectifs pour accroître son attractivité en matière de R&D. D'une part accueillir plus d'unités de production dans les secteurs high-tech, qui généreront à terme des activités de R&D. D'autre part, chercher à attirer un certain nombre de laboratoires globaux. Dans les deux cas, il s'agit soit de convaincre des entreprises françaises de maintenir ou de développer des unités en France, soit d'attirer des entreprises étrangères. L'analyse a montré qu'en revanche les facteurs d'attraction sont distincts pour les deux types de centres de R&D.

Au sein des pays à hauts revenus, les États-Unis s'imposent comme le plus attractif pour les centres de R&D. Pour les activités de soutien technique aux unités de production car c'est un marché très attractif, notamment dans les secteurs high-tech. Mais aussi, et sans doute de façon plus singulière, pour les laboratoires globaux. Là encore, les États-Unis sont particulièrement attractifs dans les secteurs de haute technologie, où l'innovation dépend d'un accès facile et de relations étroites avec la science et les recherches menées dans les institutions académiques. Enfin les États-Unis sont aussi le principal pôle mondial d'attraction des étudiants et des chercheurs étrangers, qui constituent une ressource pour les activités de R&D des entreprises.

Mondialisation et attractivité de la France pour la R&D des entreprises

La forte attractivité des États-Unis résulte du cumul de caractéristiques favorables du côté de l'offre et du côté de la demande identifiées ici. Le pays constitue un vaste marché, où le pouvoir d'achat est élevé. D'où les forts investissements directs, qui s'accompagnent souvent d'unités de R&D. Par ailleurs, les États-Unis sont à la frontière technologique dans de nombreux domaines et se caractérisent par leur capacité à générer des innovations à partir de leurs ressources scientifiques. Les États-Unis sont donc particulièrement attractifs pour les entreprises, qui cherchent des relations fructueuses avec les institutions de recherche académiques. De plus, les États-Unis offrent d'excellentes conditions de travail et des rémunérations élevées aux chercheurs, qui pour beaucoup compensent la concurrence intense organisée à travers le système d'évaluation par les pairs. Enfin, la diffusion rapide des nouvelles technologies fait des États-Unis un marché leader pour de nombreux produits et services nouveaux.

À l'inverse, la France, comme d'autres pays européens, souffre d'un certain nombre de handicaps, tout particulièrement pour attirer des activités de R&D dans les hautes technologies. En effet, son système d'enseignement et de recherche est mieux adapté à la génération d'innovations dans les secteurs mûrs qui restent le socle de sa spécialisation industrielle²⁴. La question de l'attractivité amène donc à la question plus générale de la capacité d'innovation du système français, notamment dans les secteurs high-tech.

Les secteurs de haute technologie, que ce soit dans le domaine de l'information et de la communication ou de sciences de la vie, se sont particulièrement bien développés aux États-Unis au sein de pôles d'agglomération²⁵, qui ont favorisé les interactions entre des acteurs très spécialisés, publics et privés. Ces pôles combinent ainsi des spécialisations fortes avec la capacité d'exploiter des économies d'échelle. De plus, la multiplicité des acteurs et la mobilité des personnels entre les entreprises et les diverses institutions donnent à ces ensembles une grande flexibilité et la capacité de s'adapter à l'évolution des thèmes de recherche et des perspectives de marché. Ils sont donc particulièrement bien adaptés à des activités où une fragmentation fine de la chaîne de valeur et la mobilité constituent des atouts majeurs.

Les succès américains ont incité de nombreux pays à promouvoir des pôles scientifiques et technologiques dans l'espoir de stimuler l'innovation et l'émergence de nouvelles activités. Les formules retenues ont été diverses, des parcs scientifiques aux technopôles. Il s'agissait généralement de combiner des soutiens (financiers, logistiques...) avec des dispositifs destinés à accroître les interactions entre la recherche académique et les entreprises de façon à stimuler l'émergence de start-ups. Ces politiques publiques ont parfois été mises en œuvre avec enthousiasme de la part des autorités nationales et locales. Elles semblent logiques et ont le mérite de pouvoir être mises en place assez rapidement. Elles sont aussi très visibles, notamment au niveau local. Pourtant, les évaluations ont souvent du mal à mettre en évidence des résultats nets, notamment en ce qui concerne la capacité de survie et de développement des nouvelles entreprises ainsi

²⁴. Sur l'enseignement, voir Aghion et Cohen (2004) ainsi que les indicateurs de l'annexe 2. Sur les systèmes aptes à l'innovation radicale, voir Whitley (2003).

²⁵. Traduction neutre, retenue ici, de *cluster* : « Groupe d'entreprises et d'institutions partageant un même domaine de compétences, proches géographiquement, reliées entre elles et complémentaires » (Porter, 1998). Des clusters peuvent se développer dans différents types de secteurs.

soutenues²⁶. Ce manque de résultats très probants s'explique au moins partiellement par le fait que ces politiques locales ne suffisent pas à rénover l'ensemble du système d'innovation et que les nouveaux dispositifs ne modifient pas nécessairement les incitations et les comportements des différents acteurs.

Dans le cas de la France, la promotion de pôles d'agglomération qui serviraient de pôles d'attraction est désormais avancée comme une solution au manque d'attractivité et plus largement à la faiblesse de notre système d'innovation. La mise en place des politiques appropriées suppose cependant de bien définir ces pôles en fonction du rôle que la politique publique entend leur voir jouer²⁷. Il faut en particulier tenir compte des différents types de centres de R&D puisqu'ils se localisent en fonction de critères différents. La politique publique se doit aussi de veiller à la cohérence entre la promotion de pôles d'attraction locaux et l'évolution du système national dans son ensemble. Pour être un facteur d'entraînement, la constitution de pôles scientifique d'excellence doit s'inscrire dans le cadre d'une rénovation d'ensemble du système de recherche et d'innovation français plutôt qu'être considérée comme une solution en soi. En particulier, plutôt que des mesures de promotion de telle ou telle localisation, il semble plus efficace d'améliorer l'environnement d'ensemble, et particulièrement la capacité d'innovation nationale. Cette politique de long terme soutiendra la croissance par l'innovation, notamment en stimulant la création de nouvelles entreprises, tout en rendant la France plus attractive pour les entreprises étrangères. Elle ne porte pas uniquement sur les capacités de recherche. En particulier, la disponibilité de personnels suffisamment formés et leur mobilité sont apparues comme des conditions importantes pour le développement de nouvelles activités et l'attraction d'entreprises de haute technologie.

Dans cette perspective, les initiatives locales sont indissociables des évolutions au niveau national. Notre analyse suggère que celles-ci devraient concerner le système d'enseignement supérieur et de recherche, mais aussi de l'environnement économique plus général. Il peut ainsi être plus difficile de promouvoir la mobilité des chercheurs dans une société où la mobilité est généralement faible. De même, la concurrence à travers un processus d'évaluation rigoureux des travaux de recherche peut paraître plus naturelle dans une société où la concurrence est généralement forte. La promotion de l'innovation passe donc par des évolutions d'ensemble de l'environnement économique et social. Dans la mesure où la France ferait de l'accroissement de sa capacité d'innovation une priorité, conformément à la stratégie proclamée par les pays de l'UE, il pourrait être particulièrement utile que les différentes politiques publiques prennent en compte leur impact sur les incitations à l'innovation.

26. Voir notamment Sachwald (2004).
27. Il serait ainsi souhaitable de clarifier les rôles respectifs de pôles scientifiques d'excellence par rapport aux pôles de compétitivité qui vont être promus par des mesures récentes. Les politiques publiques envisagent de plus de créer des « pôles régionaux d'excellence » et des « pôles de recherche et d'enseignement supérieur ».

Mondialisation et attractivité de la France pour la R&D des entreprises

Annexe 1. **Environnement économique : comparaison France, UE et États-Unis**

	Indicateurs	Rang de la France	Pays de l'UE le mieux classé > États-Unis	Position France > position États-Unis
Ressources	1. Qualité des infrastructures	6	Danemark	✓
	2. Qualité des infrastructures téléphone/fax	8	Danemark	✓
	3. Dépenses publiques d'éducation dans le primaire et le secondaire en % du PIB*	15	Suède	✓
	4. Dépenses par élève dans l'enseignement secondaire*	9	Norvège	✓
	5. Part d'une classe d'âge dans l'enseignement supérieur*	22		
	6. Nombre de MBA classés parmi les 20 premiers	I (INSEAD, 4 ^e)		
	7. Sophistication du marché financier	17	Royaume-Uni	
	8. Facilité d'accès au marché boursier	10	Royaume-Uni	=
	9. Disponibilité du capital-risque	17		
Contexte de la concurrence et création d'entreprises	10. Faible concentration des entreprises	13		
	11. Intensité de la concurrence nationale	15		
	12. Efficacité de la politique de la concurrence	10	Royaume-Uni	
	13. Faibles obstacles à la création de start-ups*	24	Danemark	
	14. Faible opacité administrative et réglementaire*	19	Royaume-Uni	
	15. Faibles barrières non tarifaires	30	Italie	✓
	16. Faibles distorsions dues aux subventions publiques	26	Finlande	
	17. Protection de la propriété intellectuelle	14	Suède	
	18. Efficacité des conseils d'administration	23	Royaume-Uni	
19. Qualité des relations employeurs/salariés	102	Danemark		
Demande	20. Réglementation et normes exigeantes	13	Allemagne	
	21. Rigueur des réglementations environnementales	18	Allemagne	✓
	22. Sophistication de la demande	7		
Fournisseurs et secteurs connexes	23. Disponibilité d'équipements	21	Allemagne	
	24. Disponibilité de composants	23	Allemagne	
	25. Nombreux sous-traitants	4		
	26. Qualité des sous-traitants	12	Allemagne	
	27. Développement de clusters	29	Finlande	
	28. Disponibilité de services de recherche ou formation	15		

* Données quantitatives.

Rang : le nombre total de pays classé varie entre 45 et 75 selon les indicateurs.

> indique que le classement du pays de l'UE ou de la France est meilleur que celui des États-Unis pour l'indicateur considéré.

Notes de lecture

Les indicateurs utilisés proviennent soit du Global Competitiveness Report 2004-2005 du World Economic Forum (23 indicateurs retenus), soit de l'OCDE (4 indicateurs), soit du *Financial Times* (1 indicateur). Les indicateurs qualitatifs du WEF sont construits à partir d'une enquête menée auprès de dirigeants d'entreprises sur la perception de la position de leur pays.

	Indicateurs	Description complémentaire
Ressources	1. Qualité des infrastructures	Qualité des infrastructures d'un point de vue global
	2. Qualité des infrastructures téléphone/fax	Facilité d'obtention d'une nouvelle ligne téléphonique
	3. Dépenses publiques d'éducation : primaire et secondaire en % du PIB*	Données pour 2001, <i>Education at a Glance</i> , OCDE (2004)
	4. Dépenses annuelles par élève dans l'enseignement secondaire*	Données pour 2001, <i>Education at a Glance</i> , OCDE (2004)
	5. Part d'une classe d'âge dans l'enseignement supérieur*	Selon les chiffres de <i>Education Statistics</i> , UNESCO (2004).
	6. Nombre de MBA parmi les 20 premiers	"The top 100 full-time global MBA programmes", <i>Financial Times MBA 2004</i> . 14 pays ont des MBA classés parmi les 100 premiers mondiaux.
	7. Sophistication du marché financier	Positionnement par rapport à la norme internationale
Contexte de la concurrence et création d'entreprises	8. Facilité d'accès au marché boursier	Facilité d'accès au marché boursier pour soulever des fonds
	9. Disponibilité du capital-risque	Facilité à trouver des financements pour les projets innovants et risqués
	10. Faible concentration des entreprises	Répartition de l'activité entre les entreprises
	11. Intensité de la concurrence nationale	Degré de concurrence par les prix et fréquents changements de leaders
	12. Efficacité de la politique de la concurrence	Lois ressenties comme plus ou moins favorables au développement de la concurrence
	13. Faibles obstacles administratifs à la création de start-ups*	Facilité administrative pour créer une start-up (peu de procédures, peu de délais et de coûts), <i>Working papers</i> n°226, OCDE (2000).
	14. Faible opacité administrative et réglementaire*	Démarches administratives simples et autorisations faciles à obtenir pour l'entreprise, <i>Working papers</i> n°226, CDE (2000).
	15. Barrières non tarifaires faibles	Barrières non tarifaires ne posant pas de problèmes quant à l'entrée de biens dans le pays
	16. Distorsions dues aux subventions publiques faibles	Efficacité des subventions publiques au soutien des entreprises en difficulté
	17. Protection de la propriété intellectuelle	Appréciation de l'efficacité de la propriété intellectuelle
	18. Efficacité des conseils d'administration	Évaluation du poids des membres du conseil d'administration dans la gestion de l'entreprise
Demande	19. Qualité des relations employeurs/salariés	Échanges évalués comme plus ou moins coopératifs
	20. Réglementation et normes exigeantes	Existence de standards destinés à réglementer la consommation d'un produit en termes de qualité par exemple
	21. Rigueur des réglementations environnementales	Perception du niveau de contrôle de l'État sur les entreprises en matière environnementale
Fournisseurs et secteurs connexes	22. Sophistication de la demande	Critères de sélection de la demande basés sur l'innovation du produit plus que sur son prix
	23. Disponibilité d'équipements	Recours à des équipements d'origine nationale
	24. Disponibilité de composants	Recours à des composants d'origine nationale
	25. Nombreux sous-traitants	Existence de sous-traitants capables de fournir la plupart des matériaux, composants, équipements et services
	26. Qualité des sous-traitants	Capacité des sous-traitants nationaux à adopter de nouvelles technologies et à s'imposer sur la scène internationale
	27. Développement de clusters	Accroissement du nombre de clusters dans l'économie nationale
	28. Disponibilité de services spécialisés en recherche et formation	Possibilité forte d'accès à des organismes de services spécialisés en recherche et formation

* Données quantitatives.

Mondialisation et attractivité de la France pour la R&D des entreprises

Annexe 2. Environnement scientifique : comparaison France, UE et États-Unis

	Indicateurs	Rang de la France	Pays de l'UE le mieux classé > États-Unis	Position France > position États-Unis
Diffusion et innovation technologique	1. Dépenses publiques en R&D en % du PIB*	5	France	✓
	2. Dépenses privées en R&D en % du PIB*	6	Suède	
	3. Subventions publiques et incitations fiscales à la R&D	9	Finlande	✓
	4. Appels d'offres publics pour les produits high-tech	10	Finlande	
	5. Absorption de technologies par les entreprises	35		
	6. Collaborations de recherche universités/industrie	25	Finlande	
	7. Sophistication technologique	19		
	8. Qualité des institutions de recherche scientifique	15		
	9. Brevets par habitant en 2003*	16		
	10. Nombre d'universités classées dans les 20 premières mondiales*	0		
	11. Brevets par habitant en 1980*	9		
	12. Tendance à la fuite des cerveaux	46		
	13. Disponibilité de scientifiques et d'ingénieurs	5	Finlande	✓
	14. Dépenses publiques d'éducation pour l'enseignement tertiaire en % du PIB*	26	Finlande	✓
	15. Dépenses annuelles par élève dans l'enseignement tertiaire (activités de R&D non comprises)*	11		
Technologies de l'information et de la communication	16. Ordinateurs personnels en 2003*	22		
	17. Nombre d'utilisateurs d'Internet en 2003*	22		
	18. Serveurs Internet*	21		
	19. Concurrence dans les services Internet	17		
	20. Téléphones mobiles en 2003*	30	Italie	✓
	21. Priorité donnée par le gouvernement aux NTIC	45	Danemark	
	22. Cadre juridique pour le développement des NTIC	15	Finlande	
	23. Efficacité de la politique publique de promotion des NTIC	26	Finlande	✓

* Données quantitatives.

Rang : le nombre total de pays classé varie entre 45 et 75 selon les indicateurs.

> indique que le classement du pays de l'UE ou de la France est meilleur que celui des États-Unis pour l'indicateur considéré.

Le système français d'innovation dans l'économie mondiale : enjeux et priorités

Notes de lecture

Les indicateurs utilisés proviennent soit du Global Competitiveness Report 2004-2005 du World Economic Forum (12 indicateurs qualitatifs et 5 indicateurs quantitatifs, notamment pour la diffusion des TIC), soit de l'OCDE (4 indicateurs), soit de l'Université de Shanghai (1 indicateur). Les indicateurs qualitatifs du WEF sont construits à partir d'une enquête menée auprès de dirigeants d'entreprises sur la perception de la position de leur pays.

	Indicateurs	Description complémentaire
Diffusion et innovation technologique	1. Dépenses publiques en R&D en % du PIB*	Données pour 2002, Main Science and Technology Indicators, OCDE (2004).
	2. Dépenses privées en R&D en % du PIB* Indicators, OCDE (2004).	Données pour 2002, Main Science and Technology
	3. Subventions publiques et incitations fiscales à la R&D	Subventions publiques et crédits d'impôts gouvernementaux pour les entreprises menant des activités de recherche et développement
	4. Appels d'offres publics pour des produits high-tech	Prise en compte dans les appels d'offres du caractère innovant de la proposition et pas uniquement du prix
	5. Absorption de technologies par les entreprises	Capacité d'absorption de nouvelles technologies par les entreprises
	6. Collaborations de recherche universités/industrie	Fréquence des collaborations entre les universités et les entreprises sur des travaux de recherche et développement
	7. Sophistication technologique	Position technologique du pays au dessus de la moyenne par rapport aux autres
	8. Qualité des institutions de recherche scientifique	Pertinence des travaux menés dans les instituts de recherche scientifique comme les universités ou les organismes de recherche gouvernementaux
	9. Brevets par habitant en 2003* US Patent and Trademark Office (2004).	Nombre de brevets d'invention accordés pour 1 000 habitants,
	10. Nombre d'universités classées dans les 20 premières mondiales*	Classement établi par l'Institute of Higher Education de l'université de Shanghai (2004) à partir de différents indicateurs. 17 pays ont des universités classées parmi les 100 premières mondiales ; la 1 ^{re} française est 41 ^e (Paris-VI).
	11. Brevets par habitant en 1980* US Patent and Trademark Office (2001).	Nombre de brevets accordés pour 1000 habitants,
	12. Tendance à la fuite des cerveaux des opportunités à l'étranger	Tendance des scientifiques et ingénieurs à rechercher
	13. Disponibilité de scientifiques et d'ingénieurs	Facilité pour trouver une ressource humaine hautement qualifiée en sciences et technologies
	14. Dépenses publiques d'éducation pour l'enseignement tertiaire en % du PIB*	Données pour 2001, Education at a Glance, OCDE (2004)
Technologies de l'information et de la communication	15. Dépenses annuelles par élève dans l'enseignement tertiaire*	Activités de R&D non comprises. Données pour 2001, Education at a Glance, OCDE (2004)
	16. Ordinateurs personnels en 2003 *	Nombre d'ordinateurs personnels pour 100 habitants en 2003, International Telecommunication Union (2004).
	17. Nombre d'utilisateurs d'Internet en 2003*	Nombre d'utilisateurs d'Internet pour 10 000 habitants en 2003, International Telecommunication Union (2004).
	18. Serveurs Internet *	Nombre de serveurs Internet pour 10 000 habitants en 2003, International Telecommunication Union (2004).
	19. Concurrence dans les services Internet de services Internet	Qualité de la concurrence entre les fournisseurs
	20. Téléphones mobiles en 2003*	Nombre d'abonnés au téléphone mobile pour 100 habitants en 2003, International Telecommunication Union (2004).
	21. Priorité donnée par le gouvernement aux NTIC	Place donnée aux NTIC dans la politique du gouvernement
	22. Cadre juridique pour le développement des NTIC	Cadre juridique favorable au développement des affaires dans les nouvelles technologies de l'information et de la communication
	23. Efficacité de la politique publique de promotion des NTIC	Appréciation de la politique menée par le gouvernement pour promouvoir les NTIC

* : Données quantitatives.

Références

- AFII, 2004, *Tableau de bord de l'attractivité de la France*, Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, accessible sur www.afii.fr
- AGHION, P. et E. COHEN, 2004, *Éducation et croissance*, Rapport du CAE, La Documentation Française.
- ARORA, A., A. GAMBARDILLA et S. TORRISI, 2004, « In the footsteps of Silicon Valley? Indian and Irish software in the international division of labor », T. Bresnahan et A. Gambardella (eds.), *Building High-Tech Clusters*, Cambridge University Press.
- BEFFA, J.-L., 2004, « Revenir à une politique de grands programmes », interview dans *Le Monde*, 13 avril.
- BEISE, M., 2004, « Lead markets : country-specific drivers of the global diffusion of innovations », *Research Policy* 33, 997-1018.
- BIACABE, J.-L., 2003, « L'attractivité du territoire français », *Regards sur l'actualité*, La Documentation française, juin-juil.
- CGP, 2002, *La France, dans l'économie du savoir*, Rapport du groupe présidé par Pascal Viginier, Commissariat Général au Plan, La Documentation française.
- CNUCED, 2004, *World Investment Report*, United Nations.
- DATAR, 2004, *La France, puissance industrielle. Une nouvelle politique industrielle par les territoires*, La Documentation française, avril.
- DAVIS, L. et K. MEYER, 2004, « Subsidiary research and development and the local environment », *International Business Review*, 13, 359-382.
- DEBONNEUIL, M. et L. FONTAGNÉ, (dir.), 2003, *Compétitivité*, Rapport du Conseil d'Analyse économique, Paris, La Documentation française.
- DOZ, Y., J. SANTOS, et P. WILLIAMSON, , 2001, *From global to metanational*, Harvard Business School Press.
- The Economist*, 2004, « The broader art of deregulation », *The Economist*, 21 August.
- ERNST & YOUNG, 2004, *Baromètre Attractivité du site France 2004*.
- EU, 2004, *The European Trendchart on Innovation*, www.trendchart.org
- FLORIDA, R., 1997, « The globalisation of R&D: results of a survey of foreign affiliated R&D laboratories in the USA », *Research Policy* 26 (1).
- FRANCOZ, D., 2003, « L'activité de R&D des entreprises sous contrôle étranger en France », Présentation lors du séminaire mondialisation du SESSI.
- FUTURIS, 2004, *Avenir de la compétitivité par la recherche et l'innovation*, Rapport du groupe de travail compétitivité animé par M. Mabile, avril.
- GRÉGOIRE, S. et F. MAUREL, 2003, « Les indices de compétitivité des pays : interprétation et limites », M. Debonneuil et L. Fontagné (dir.).
- HART, J., S. LENWAY et T. MURTHA, 2000, « Technonationalism and cooperation in a globalizing industry: the case of flat panel displays », A. Prakash et J. Hart (eds.), *Coping with Globalization*, Routledge.

- IWASA, T. et H. ODAGIRI, 2004, « Overseas R&D, knowledge sourcing, and patenting: an empirical study of Japanese R&D investment in the US », *Research Policy*, July.
- KAISER, R., et H. PRANGE, , 2004, « The reconfiguration of national innovation systems - the example of German biotechnology », *Research Policy*, vol. 33.
- KENNEY, M. (ed.), 2000, *Understanding Silicon Valley. The Anatomy of an Entrepreneurial Region*, Stanford University Press.
- KENNEY, M. (ed.), 2003, « The growth and development of the Internet in the United States », B. Kogut (ed.), *The Global Internet Economy*, The MIT Press.
- LARÉDO, P. et P. MUSTAR, 2001, « La recherche, le développement et l'innovation dans les grandes entreprises françaises : dynamiques et partenariat », *Éducation et Formations*, n° 59, avril-juin.
- LHULLERY, S. et F. SACHWALD, 2004, « Profil des activités de R&D des entreprises étrangères en France », dans F. Sachwald (2004).
- MADEUF, B. LEFEBVRE, G., CHENTOUF, L., 2000, *Globalisation de la Recherche & Développement : Le cas des entreprises françaises*, Rapport pour le ministère de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie.
- MASON, G., BELTRAMO, J.-P. et J.-J. PAUL, 2004, « External knowledge sourcing in different national settings: a comparison of electronics establishments in Britain and France », *Research Policy* 33, 53-72.
- MASSON, A., 2004, PHARMAFRANCE 2004, Rapport pour le ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie.
- MAYER, T., 2004, « Where do foreign firms locate in France and why? », EIB Papers, vo. 9, n° 2, European Investment Bank.
- MIOTTI, L. et F. SACHWALD, 2001, « Korean Multinationals' Strategies and International Learning », F. Sachwald (ed.), *Going Multinational. The Korean Experience of Direct Investment*, Routledge.
- MIOTTI, L. et SACHWALD, F., 2003, « Co-operative R&D: why and with whom? An integrated framework of analysis », *Research Policy*, 32.
- MIOTTI, L. et F. SACHWALD, 2004, « La croissance française 1950-2030 ». *Le Défi de l'innovation*. IFRI/La Documentation française.
- OCDE, *Trends and recent developments in Foreign Direct Investment*, June 2004.
- PORTER, M., 1998, « Clusters and competition: New agendas for companies, governments and institutions », in *On Competition*.
- SACHWALD, F., 2003, « Les migrations de la recherche », *Sociétal* n°42.
- SACHWALD, F., 2004, *Internationalisation de la R&D des entreprises et attractivité de la France*, Rapport FutuRIS : http://www.operation-futuris.org/images/Rapport_attractivite.pdf.
- WHITLEY, R., 2003, « Competition and pluralism in the public sciences: the impact of institutional frameworks on the organisation of academic science », *Research Policy* 32, 1015-1024.
- WSJ, 2004, « The Brain Drain », *The Wall Street Journal Europe*, Sept. 3-5.

Nicolas Demassieux

Discussion

*Directeur de la recherche Europe,
Directeur exécutif Motorola SAS*

L'intérêt de pôles de compétitivité semble incontestable concernant les filières technologiques, qui nécessitent des investissements lourds et un soutien important des pouvoirs publics. Mais quel peut être l'intérêt de rassembler en un lieu unique des activités de recherche fondamentale, alors que le marché est mondial et qu'Internet permet une communication rapide entre différents points du globe ? En fait, la R&D, même très théorique, n'est jamais totalement séparable des marchés locaux et des cultures locales. Les systèmes actuellement à l'étude pour contrôler la vitesse des automobiles afin de réduire la fréquence des embouteillages peuvent être pris comme exemple de cet impact du contexte local sur les caractéristiques de l'innovation. On peut penser qu'aux États-Unis, la solution privilégiée consisterait à installer les capteurs sur chaque véhicule, alors qu'en Europe, les capteurs feraient plutôt partie des infrastructures routières, et renverraient ensuite des informations vers chaque véhicule.

Le renforcement de l'attractivité de la France et de l'Europe peut donc s'appuyer sur cette importance du contexte local pour l'innovation. Les spécificités des cultures et des marchés locaux plaident pour une démarche qui consisterait à identifier d'abord un besoin sociétal, puis à réunir des acteurs pour lancer un projet de recherche. On peut ainsi considérer l'exemple de la mobilité, qui est un enjeu de plus en plus important en Europe.



Global Knowledge Networks and National Systems of Innovation: Lessons from the United States and the Flat Panel Display Industry

Stefanie A. Lenway

Thomas P. Murtha

University of Minnesota

Government agencies' capabilities to contribute to innovation creation and commercialization remains a controversial subject in most developed countries. Many U.S. policy-makers believe that financial support for R&D in early-stage technologies will increase the probability that commercial products will emerge and succeed in markets. Others believe that governments should rarely intervene in markets except in demonstrated cases of market failure. As evidence, they point to competitive failures, market distortions and drains on the public treasury that have resulted from programs of the past, such as U.S. Federal Government support for supersonic transport development. Particularly in the U.S., adherents of this position suggest, innovativeness results from economic flexibility that allows private capital to flow freely toward new ideas, ready labor market adjustment, open exchange of ideas, and the freedom to take risks. Government programs to target particular technologies, particularly when policymakers design them with an objective to reduce risk, threaten to replace flexibility with rigidity. Such programs create incentives for firms to invest in governments' choices rather than place riskier technology bets for which markets will decide outcomes. Our view tends to hold with the latter position.¹

Globalization has amplified the complexity of the policy landscape. In the years since World War II, multinational corporations have increasingly expanded their markets, and exploited opportunities to locate their production activities where critical factors of production are most abundant and, as a result, less costly. In the 1990s, the globalization process accelerated to the extent that firms must prospect outside of their home countries not only to increase efficiency and find new markets, but also to seek the knowledge resources required for innovation. This turning point in the globalization process confronts all firms - whether or not they own international operations - with the opportunity and necessity to learn from the world. New industries emerge as a convergence of capabilities that originate in many countries. No one country can monopolize either the market opportunities

¹. See in particular, Lenway, Murtha and Hart (2001).

or the technological capabilities necessary to succeed in advanced technologies. Contemporary technologies and the increasing speed of technology evolution require firms to access knowledge embedded in the innovation systems of multiple countries in order to meet requirements for continuous advance. Consequently, policies that target domestic R&D for new technologies risk distracting local firms from relationships and partnerships they may need to form with firms and institutions from other countries, in order to succeed.

As a senior manager at one of the world's leading LCD and semiconductor manufacturing equipment makers, based in the U.S., stated in October, 2002, "The future belongs to those enterprises that most successfully build obstacle-free networks between themselves and others. The locus of competition is shifting from individual enterprises to companies linked in networks." The rise of these networks has been fueled, in part, by a reduction in barriers to international goods trade and investment as well as diminishing costs of cross-border transportation and communication. But these trends have persisted for many years. We contend that the most important reason that globalization has shifted in nature as well as extent is that knowledge trade now contributes more than goods trade to economic growth. This holds true not only for advanced industrial nations of long standing, but for many rapidly industrializing nations as well. As a consequence, we believe that, for both firms and countries, understanding industrial performance requires a new concept of industries as arenas of cooperation as well as competition, and as knowledge networks, as well as production networks

In this paper we will describe some of the new research issues and phenomena that help define industries as global knowledge networks. We follow this by discussing challenges that face the national innovation system, as post-September 11, 2001 policies reduce the flow of non-native-born science and engineering talent arriving to work and study in the U.S. We then discuss an industry case - thin-film transistor liquid crystal displays (TFT LCDs) - in which U.S. government R&D programs may have detracted from necessary cooperation between U.S. and non-U.S. firms, contributing to disappointing results for many program participants. We contrast these results with outcomes in Japan and Korea during the same time period. The paper concludes with general policy suggestions for governments seeking to help firms succeed in industries characterized by global knowledge-based competition and cooperation.

Industries as Global Knowledge Networks

Technological complexity, scale, capital requirements, specialization and global workforce upgrading have increased the opportunities and challenges of global collaboration for technological innovation. Industries, countries and firms are adjusting to increasing knowledge interdependence with customers, suppliers, alliance partners and competitors, both at home and off-

Global Knowledge Networks and National Systems of Innovation: Lessons from the United States and the Flat Panel Display Industry

shore. Foreign affiliates are originating more of the R&D projects that are central to firms' global competitiveness than ever before.

As a consequence, technologies no longer emerge from roots in single countries. Nor can any particular country hope to dominate in a new technology for long. In newly emerging industries such as biotechnology, nano-technology, and flat panel displays, high levels of technological complexity, production scale economies, capital requirements and risk associated with commercialization have created the need for firms to adopt global scope of R&D and operations from the beginning. Speedy access to knowledge resources as well as global markets requires firms to enter into cross-border collaborative relationships. These global knowledge networks link equipment manufacturers, materials suppliers, manufacturers, and branded final goods producers. The relationships among these firms play critical roles for sharing technical specifications, market requirements, and understanding of how each participant's specific contributions to final products interacts with the contributions of other firms in the network.

Historically, MNCs have tended to centralize core R&D activities and technology commercialization in their home countries. Increasingly, MNCs face competitive demands to establish R&D and business leadership for certain industries away from home, in affiliates located in countries at the frontiers of technology commercialization in particular industries. These firms can then leverage their global R&D and marketing capabilities with national capabilities and innovation systems to take part in developments at the leading edge, where technology is evolving most rapidly.

It is important to note, however, that these opportunities are not restricted to multinational corporations. During the closing decades of the 20th Century, a more specialized and open type of firm structure for both MNCs and domestic firms emerged, providing new ways of participating in international markets. Many firms have substantially diverged from their historic levels of vertical integration, and own relatively few of the value-chain activities necessary to bring a product or service to market. They have found, in many instances, that the presumptive value of protecting specialized knowledge by owning all related value chain activities falls short of the potential value generated in combination with the specialized knowledge of other firms. Many now specialize in value chain activities such as R&D, manufacturing or logistics, and contribute to collaborative global production processes that, in the past, might have taken place entirely within individual firms. This trend has become known as "deverticalization" or "vertical disaggregation."² The organizational forms that have emerged to manage in this increasingly complex environment need new capabilities. The management of collaborative relationships and knowledge creation processes holds equal priority for these firms, alongside the critical organizational task of managing integrated value chain activities. In this new environment, given these capabilities, even firms that have restricted the location of their owned facilities to home country soil can globalize their market participation.

². For discussions of these issues, see Gereffi, Humphrey and Sturgeon, 2005.

Semiconductor foundries located in countries such as Taiwan have enabled very profitable "fabless" semiconductor design firms³ to emerge in many countries (although principally in the U.S.). The fabless business model permits many such competing firms to manufacture their innovative products under one roof. If they needed to make the capital investments to own their own fabs, they would not exist. The combination of fabless semiconductor firms and semiconductor foundries has pushed out the innovation frontier in the industry by reducing the barriers to new entrants.⁴ The emergence of contract manufacturers creates similar opportunities in electronics. Modularized components, CAD-CAM, computerized design files and plentiful telecommunications bandwidth have enabled many major brands to rely on firms like Solectron and Flextronics to do most of their manufacturing. These firms have transformed themselves from a few plants into global giants, building their expertise as total manufacturing solution providers by working with a vast range of clients.

Excess capacity in the global telecommunications infrastructure has combined with new digital technology that allows firms to stream data and images seamlessly across borders, to fuel an explosion in business process offshoring and outsourcing. Many firms now globally provide internal services, such as billing and collections, from single locations in countries remote from their home offices. Others may undertake elements of software development for global markets in a single location. Depending on their strategies and the nature of a task, firms can set up these locations as part of the work of owned affiliates. Alternatively, firms may choose to hire specialized service firms to perform these same tasks. Services traded internationally in this way range from call centers that perform rudimentary tasks, such as setting up appointments for appliance repair people, to sophisticated activities such as architectural drawing, interpreting medical tests, conducting pharmaceutical trials, and designing semiconductors.

Whether firms offshore such activities to their international affiliates or outsource to independent firms, their decisions involve the employment of knowledge workers who remain in the countries where they reside, and produce information-based services for export. These developments have also created opportunities for firms to convert non-information services into information services, as occurs, for example, in Internet merchandising.

Simultaneously with this trend, manufactured goods trade – particularly in high technology – has increasingly exhibited attributes associated with services. As goods grow more technologically complex, specialized to users' needs, or subject to rapid innovation cycles, direct interaction between producers and clients plays an increasing role in product design, manufacture, operations, upgrading and upkeep. As an illustration of this trend, the proportion of all employees engaged in services within U.S. manufacturing firms expanded from 32 to 48 percent between 1993 and 2003 (Ansberry, 2003). Much of the expansion took place to provide for specialized engineering,

3. Semiconductor firms without factories, or fabrication facilities. See Linden, Brown and Appleyard, 2004.

4. For a more extensive discussion, see Sturgeon, 2002.

Global Knowledge Networks and National Systems of Innovation: Lessons from the United States and the Flat Panel Display Industry

adaptation of manufacturers' core offerings, and marketing support to meet customers' and partners' specific requirements.

The case of the U.S.-based LCD and semiconductor equipment manufacturing equipment, whose manager we introduced above, vividly illustrates this phenomenon. The nature of technological change in the LCD industry has necessitated a steady increase in the physical dimensions and weight of the main equipment used for manufacturing. Because its product has grown so large, the manufacturer can no longer house many of the manufacturing activities in its value chain within its own locations. Instead, the manufacturer sources components and subassemblies from a variety of suppliers around the world, for delivery to its clients' manufacturing sites. The firm invests significant resources in people who work closely with its suppliers to design and manufacture these components and subassemblies to exacting specifications.

The firm's own manufacturing facility in Silicon Valley produces only those vital components and subassemblies that directly embody the firm's intellectual property. The company fields global teams of scientists, engineers and technicians that travel to clients' sites to build, start-up and test each new piece of equipment. Often other company teams continue to work with customers for some time after equipment installation, to conduct experiments that may refine manufacturing processes and improve yields. In the words of the company's president, these business model changes have transformed the company's U.S. operations from a "manufacturing from a labor pool environment, into a professional managerial environment where people make international sourcing decisions, coordinate and manage relationships, take responsibility for things like on-time delivery, and share as well as create new knowledge."

Trouble on the horizon?

Historically, the U.S. has relied on openness to people and ideas from around the world to fuel the learning and knowledge creation at the core of its national innovation system. By many measures, the U.S. represents a model of innovative capabilities. In 2002, U.S. R&D expenditures of \$276 billion accounted for 44% of the OECD total. Foreign firms endorsed the U.S. innovation system by investing \$26 billion in U.S. R&D labs. In contrast, the outward investment of U.S. firms in foreign R&D labs totaled \$20 billion. U.S. firms led all high technology sectors in market share with the exception of the pharmaceutical industry.⁵

The numbers of new employment opportunities in science and engineering (S&E) have outstripped job growth for the rest of the U.S. economy by a factor of four since 1980. Many of these positions could not have been filled without the workforce participation of significant numbers of foreign-born individuals with advanced university degrees. By way of illustration, according to the 2000 census 38 percent of all doctorate holders working in U.S. S&E occupations were foreign born. The proportion exceeds 50 percent in a number of

⁵. Figures here and below taken from the NSF (2004).

key categories, including engineering. These figures represent a significant increase over 1990. But this seems unlikely to continue. Even as retirements increase, the number of visa applications by high-skilled individuals declined 12 percent between 2001 and 2003, while the rate at which applications have been refused has risen between 25 and 50 percent, depending on visa category.

These developments beg the question of whether the U.S. will remain sufficiently open to the movement of knowledge and people to sustain its history of innovation. Growing media attention to offshoring and outsourcing of knowledge work has created a political reaction within the United States, deeply felt across many social, political and occupational groups. The likely policy response remains unclear, pending the 2004 presidential election results. Many candidates have given prominence on their campaign agendas to some form of restrictions and tax disincentives. But firms wishing to sustain their technology progress may have little choice but to increase their overseas R&D investments, outsourcing and employment of knowledge workers, if the preferences of S&E professionals continue to shift toward work and studies in other countries, and the trend toward restrictiveness in admissions to the U.S. continues. The U.S. education system does not currently produce enough U.S.-born S&E degree holders to fill the jobs available. This fact seems unlikely to change.

U.S. Firms and the Global Flat Panel Display Industry:

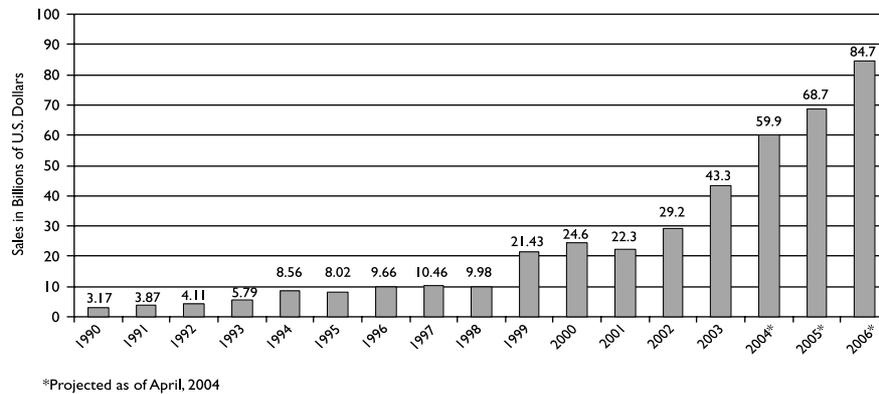
A Case of Paradox or Prophecy?

The experiences of U.S. firms and government policy during the emergence of the flat panel display (FPD) industry provide a cautionary illustration of the complex landscape that global knowledge-driven competition presents to firm managers and public policymakers alike. Figure 1 charts the growth in global sales of FPDs from 1990, when the high volume production paradigm for TFT LCDs began to emerge, through 2006 projections. Between 1990 and 2004, it was anticipated that sales would have grown from US\$3.1 billion to 51.4 billion. The take-off of TFT LCDs as notebook computer screens fueled the industry's initial expansion, followed in the late 90s by flat desktop monitors, and finally the beginning of truly explosive growth after 2001, as sales of flat home televisions began to expand rapidly.

Figure 2 illustrates the shifting geographic apportionment of production over the ten years period from 1993 to 2003. Japan was home to the first high volume fabs. In the early 1990s, production facilities located in Japan accounted for about 95% of FPDs sold in world markets. During the same period, U.S. production peaked at less than 5% before trending down to virtually nothing. Sales of European-origin production have played a similarly negligible role. Korean manufacturers entered the industry in the mid 1990s and steadily took market share from Japan, particularly during and immediately after the 1998 Asian economic crisis. During this period, Korean

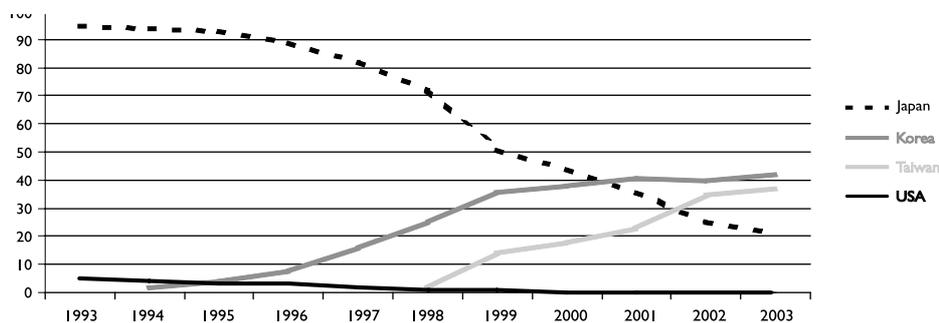
Global Knowledge Networks and National Systems of Innovation: Lessons from the United States and the Flat Panel Display Industry

Figure 1. FPD World Sales Volume 1990-2006



Source: DisplaySearch

Figure 2. Country Shares of Global Markets for Territorially-Based FPD Production



manufacturers invested aggressively, while firms based elsewhere stalled. During and after the crisis, several Japanese manufacturers decided to hedge their future supplies by licensing technology to Taiwanese firms. This strategy led to a period of explosive manufacturing growth in Taiwan. In 2002, nearly as many displays were produced in Taiwan as in Japan. In 2003, the market share of manufacturers in Taiwan began to approach that of Korea.

The geographic location of manufacturing shown in Figure 2, however, obscures important facts regarding the nationalities of the leading manufacturers. It also tells us nothing about the origins of the technology, equip-

ment and materials that manufacturers used to create the extremely complex TFT-LCD production process. Readers may experience surprise on discovering from Table 1 that a U.S./Japanese joint venture between IBM and Toshiba, called Display Technologies Inc. (DTI), led in market share for the largest, most advanced displays. DTI sustained its leadership through 1998, tying at that point with the Korean firm, Samsung. Samsung held exclusive market share leadership from 1999-2002, while LG.Philips LCD, a European/Korean joint venture, maintained a close second place. In 2003, LG.Philips held the lead.

Table 1. 1996 - 2003 Rank Order of Large Format (greater than 10.4-inch) TFT LCD Manufacturers, with ownership nationality

1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
DTI (US/ Japan)	DTI (US/Japan)	DTI and Samsung	Samsung (Korea)	Samsung (Korea)	Samsung (Korea)	Samsung (Korea)	LG.Philips (Korea/ Netherlands)	Samsung (Korea)
Sharp (Japan)	Sharp (Japan)	Sharp (Japan)	LG.Philips (Korea/ Netherlands)	LG.Philips (Korea/ Netherlands)	LG.Philips (Korea/ Netherlands)	LG.Philips (Korea/ Netherlands)	Samsung (Korea)	LG. Philips (Korea/ Netherlands)
NEC (Japan)	NEC (Japan)	NEC (Japan)	DTI (US/Japan)	Hitachi (Japan)	AUO (Taiwan)	AUO (Taiwan)	AUO (Taiwan)	AUO (Taiwan)
Hitachi (Japan)	Hitachi (Japan)	LG (Korea)	Sharp (Japan)	DTI (US/Japan)	Sharp (Japan)	Sharp and CPT		
	Samsung (Korea)	Hitachi (Japan)	Hitachi (Japan)	Sharp (Japan)	Hitachi (Japan)	CMO (Taiwan)		
			NEC (Japan)	NEC (Japan)				

Source: Murtha, Lenway and Hart (2001), and subsequent authors' estimates.

U.S. and European equipment and materials suppliers also made indispensable contributions to the emergence of TFT LCD technology. The TFT LCD manufacturing process shares much in common with techniques used for semiconductors, although in some ways the machine tolerances and requirements for ultraclean facilities pose even greater difficulties. The process involves coating extremely thin glass (.7 mm) with millions of thin film transistors to fire the image pixels that reproduce pictures and motion. Even the tiniest fleck of dust contamination can render a display unusable. As a consequence, during the earliest days of proving the high-volume production process for large-format TFT LCDs, companies faced difficulties raising production yields to a level of commercial viability. In fact, less than one in ten TFT LCDs proved usable when the first plants started up from late 1990 to 1991, and the first generation of production equipment may never have surpassed 60 percent yields before the second generation was introduced in the second quarter of 1994.

With the introduction of second generation production lines, the U.S. semiconductor equipment maker Applied Materials entered the market for chemical vapor deposition (CVD) equipment. This new equipment, central to

Global Knowledge Networks and National Systems of Innovation: Lessons from the United States and the Flat Panel Display Industry

the TFT fabrication process, contributed to a dramatic turnaround in production yields to reach 80 - 90 percent and better. Applied Materials has continued to dominate the CVD market ever since, holding 90 percent share for most of its history in the industry.

On entering the equipment and materials side of the industry, Applied joined other U.S. and European firms already involved. Corning acted as the major supplier of glass substrates from the early 1980s, when displays were relatively small and research into high volume manufacturing of large-format TFT LCDs had not passed the dream stage. Corning still held over 60 percent of the substrate market in 2003. Merck KGaA, of Darmstadt, Germany, was first to supply the liquid crystal used to fill TFT LCD displays, and continues to hold 80 percent of the market. Later, other U.S. firms joined in such areas as test equipment (Photon Dynamics) and brightness enhancement films (3M).

The critical point to be gained from this discussion pertains to the dual roles of knowledge and geography in the emergence of new high technology industries. Although the earliest R&D that formed the foundation for large-format, high volume production of TFT LCDs took place in the U.S. and Europe in the late 1960s and earlier, the first commercially viable production occurred in Japan in 1973. The Japanese companies Sharp and Seiko Suwa learned of the technology early on. While companies elsewhere focused on its potential for large, flat home TVs that could not be manufactured until decades had passed, these two companies commercialized LCDs for calculator and watch displays respectively. These early applications formed an initial knowledge base and cash flow that enabled the gradual enlargement of FPDs for early personal digital assistants, home video camera viewfinders, tiny televisions and other small applications.

Sharp and a joint research project of IBM and Toshiba were the first to separately demonstrate large-format (around 14 inch) TFT LCDs. This took place in Japan in 1988. But Japanese companies did not monopolize the capabilities needed to leap from relatively unsophisticated small displays to large-format color TFT LCD prototypes, nor to establish a high volume manufacturing paradigm. The resources needed to create the industry did not exist in any one country, but were scattered across the globe. The high-volume, large-format FPD industry emerged first in Japan, but was made possible by the collaborative work of a global community of companies that maintained operations there.

The businesses these companies established proved very profitable, and helped them to develop competencies that would serve them well in global markets for related products. IBM and Toshiba, for example, rotated the number one and two worldwide market share positions in notebook computers during most of the period when they shared ownership of DTI. Applied Materials gained a lead on its competitors in learning how to build equipment for coating larger semiconductor substrates, by transferring

knowledge created in its FPD equipment division. Philips, which acquired joint ownership of LG's existing TFT LCD division in 1999, gained expertise and supply lines that renewed the prestige and expanded the sales of its television brand.

U.S. Government Policy

During the crucial phase of industry emergence between 1990 and 1998, the U.S. government implemented policies that proved, ironically, to turn many U.S. firms away from engagement with the world market and innovation system. Just as manufacturers were struggling to bring the first high volume TFT LCD plants up to yield in Japan during 1990, a consortium of U.S. firms hoping to enter the industry filed an anti-dumping petition against them with the U.S. International Trade Commission (ITC). The ITC found in favor of the complainants in 1991. Tariffs were introduced on LCDs shipped as components, but not when assembled into notebook computers or other equipment. The tariffs proved short-lived, but lasted long enough to contribute to a decision by at least one notebook maker - Apple Computer - decision to move its assembly operations outside of the U.S.⁶

Later policies proved even less successful. In 1994, the Clinton Administration introduced the National Flat Panel Display Initiative (NFPDI). This initiative established a program of R&D subsidies aimed at helping to create U.S.-based production to account for at least 15% of global market share by the year 2000. The central policy component was modeled on the program that established the SEMATECH consortium, in August, 1987, to improve U.S. competitiveness in semiconductors through manufacturing equipment and process innovation. In the new program, U.S. FPD equipment and materials firms, in partnership with U.S. FPD producers, were offered government matching grants to co-develop new manufacturing solutions.

In contrast to similar projects involving U.S. semiconductor producers and their suppliers funded through SEMATECH, however, few of these collaborations succeeded commercially. We attribute the difference in success rates to the absence of high-volume, large format FPD fabrication lines in the U.S., whereas many high volume semiconductor fabs existed in the U.S. that could host and benefit from SEMATECH projects. Without high-volume producers as development partners, FPD program participants could not prove their new equipment and materials in state-of-the-art manufacturing environments, and were unable to sell their products on world markets. The high volume companies working in Japan and later, Korea, could not afford to risk yield variations or other problems they feared might result from plugging in unproven tools to their fabrication lines. By the mid-1990s, these lines cost upward of one-half-billion U.S. dollars. (Currently, a 6th generation fab line costs more than US\$3 billion.) In 1998, this program was modified to remove the U.S. nationality requirements for participation. By then, however, few if any non-U.S. firms were expressing interest. The industry was well-established elsewhere.

⁶. For details, see Murtha, Spencer and Lenway, 1996.

Global Knowledge Networks and National Systems of Innovation: Lessons from the United States and the Flat Panel Display Industry

The nationality requirements of the 1994-98 R&D matching grants program distracted most program participants from seeking partners, customers or suppliers outside of the U.S. We have interpreted the impact of this program on the fortunes of U.S. firms, as the outcome of a natural experiment. The successful U.S. producers, equipment makers and materials suppliers, described above, did not participate in the government program, but instead sought intimate relationships that involved extensive interaction for collaborative innovation with suppliers and customers in Japan, where the industry was advancing most rapidly. The firms that participated in the program focused their attention on collaboration in the United States, where progress was lagging. Most of these firms no longer exist, or have otherwise left the industry.

The distinction we have drawn between globally oriented U.S. firms and nationally oriented U.S. firms allows us to draw some stark comparisons about the common factors in the strategies that affected the performance of each group. These same findings apply to the successful strategies that the European companies Merck KGaA and Philips pursued. We can also offer some instructive comparisons between U.S. companies that remained at home, and failed, and the Korean companies that entered the industry at the same time, but grew into global market leaders.

Success Factors, U.S. and European Globally Oriented Firms

The strategies and characteristics of successful U.S. and European firms involved in the early phases of industry development shared a number of common elements. All launched their initial industry forays from a foundation of strong, pre-existing organizational capabilities in Japan. They established close relationships with customers, suppliers and alliance partners with operations in Japan, without regard for nationality of ownership. In their earliest years of operations, they vested responsibility for their new FPD businesses with their Japanese affiliates. They did not rely on government programs to guide their technology nor their market decision making. Philips ultimately followed a similar path, shutting down a technologically eccentric⁷ LCD operation in the Netherlands, in favor of partnership with LG, of Korea, which had already succeeded with the mainstream production technology. The LG.Philips LCD joint venture has distinguished itself by operating with an exceptionally transnational senior management team, including a Dutch Chair, Korean CEO, Dutch chief financial officer, American executive vice president of marketing, and an Indonesian executive vice president and chief technology officer.

Success Detractors: U.S. Domestically Oriented Firms

The failure of many U.S. firms to establish themselves in the industry must be laid in large part to senior managers' poor decision-making, risk averseness, and lack of cosmopolitanism. But government policy failure also played an important role. The nationality requirements attached to U.S. R&D matching grants distracted many firms from establishing learning and knowledge creation relationships in Asia that were necessary for success. They were out

⁷ Philips engineers had pursued an alternative TFT array design in hope of simplifying the fabrication process. As a consequence, the Netherlands facilities could not leverage the industry knowledge base represented by the manufacturing equipment, materials and processes available in world markets. Despite substantial investments, Philips did not achieve commercial yields nor efficient scale in these efforts.

of touch with industry developments. In at least one disastrous instance, a firm build equipment using a set of dimensions for glass substrates that varied from a well-established global standard. The companies did not lack technological prowess; their equipment and materials solutions were often more elegant, and tuned to higher tolerances than those used in existing high-volume lines. But these solutions remained untested, and were generally developed without taking into account the interdependence required with tools and materials already in use. These difficulties might have been attenuated if the few U.S.-based small FPD producers had been willing to work with at least some of the tools and materials that high-volume manufacturers were already using successfully in Asia. This might have helped to provide a global class proving ground for the sponsored R&D projects. But these producers mainly pursued "Buy American" equipment and materials procurement policies. Many companies were discouraged from entering production, or crippled when they did enter, by a perceived need to leapfrog the current generation of production equipment being used at any given time in Asia.

The Korean Contrast with U.S. Domestically Oriented Firms

In contrast to the U.S. manufacturers, the early key to Korean manufacturers' success consisted in a willingness to learn the existing, successful manufacturing paradigm. At a time when production in Japan had entered its third generation, Korean manufacturers started with second generation tools and materials, even though this required them to temporarily accept lower manufacturing efficiency. They acquired the necessary equipment and materials from the leading global suppliers, regardless of nationality. By starting with second generation tools and equipment, they took advantage of a well-tested and fully documented production process. Starting out with the latest generation tools would have required extensive experimentation and experienced operators to design a new production process. By stepping back one generation from the technology frontier, they provided themselves with a learning foundation to gain knowledge and experience for implementing future generations. As a consequence, Korean firms formed the second wave to adopt third generation technology (Japanese firms delayed in the wake of the Asian financial crisis), and were first to adopt fourth generation technology. Like the successful U.S. firms, Korean firms resisted directions suggested by government programs. Asked to form a consortium, Samsung, LG, and Hyundai nonetheless entered the industry as competitors. Asked to sell off its TFT LCD business to Hyundai during the Asian Financial Crisis, LG chose instead to remain independent. As a consequence, the company was able to establish its successful joint venture with cash-rich Philips. This decision created a strong position for continuing investments, as well as improved access to consumer markets.

Conclusion

We believe that the story of FPD industry emergence and U.S. government industrial strategy offers a powerful set of lessons about the challenges

Global Knowledge Networks and National Systems of Innovation: Lessons from the United States and the Flat Panel Display Industry

knowledge-driven competition presents to technology policy. No country, not even the United States, has a monopoly on the resources necessary for new industry creation. Industries are increasingly born global. In order to achieve global competitiveness in new or fast-changing high technology industries, firms need to access the most advanced and specialized relevant knowledge, wherever it exists in the world, without regard to nationality of ownership. Korean TFT-LCD firms did this extremely well when they entered the FPD industry. LG, for example, scanned the globe for small, start-up firms that could provide its manufacturing operation with a technological edge. LG's collaboration with a small Silicon Valley test equipment manufacturer, Photon Dynamics, helped to make it the first FPD manufacturer to promise zero defects from pixel outages. Increasingly, industry competitiveness at home requires openness to knowledge sourcing abroad.

National competitiveness in fast-evolving, knowledge-driven industries can be compromised by policies that distract firms from the importance of learning and partnering with counterparts in other countries. Programs that favor establishing domestic R&D relationships can place home firms at risk. In the TFT-LCD industry, domestically oriented U.S. firms mistook industry leadership in Japan for unfair pricing practices enabled by government subsidies. In reality, Japanese firms never priced their displays below the cost of production. Japan's government provided little financial support for the industry. The only program it established proved to be a disastrous waste of money and a technological cul de sac. Sharp, a leader in industry emergence and continuing development, invested in TFT LCD R&D in part because Japan's government refused to allow it to participate in the national industrial strategy to develop a new generation of mainframe computers.

The U.S. experience in FPD industry emergence suggests a discouraging picture for governments determined to implement policies to declare national technology independence from the global innovation system. Nonetheless, it offers a constructive lesson. Policies and programs that support new industry creation, if they do not discriminate between national and foreign firms, may have a positive impact. Supporting non-discrimination by opening R&D subsidies to both foreign and domestic firms, requires political courage. But government-supported R&D consortia that discriminate between domestic and foreign firms can sever a nation's connection to the knowledge that people need to understand market dynamics, solve technology problems, and create world-class innovations. This represents another paradox of globalization as it unfolds in our time, but is not so different from the experiences of governments as they seek to promote national security in the face of global threats. National technological strength depends in part on the innovativeness of firms and people. These, in turn, depend on openness and the acknowledgement of interdependence within a global creative community.

References

- ANSBERRY, CLARE. (2003). "Manufacturers find themselves increasingly in the service sector." *The Wall Street Journal Online*, accessed February 10, 2003 at <http://wsj.com/article/0,,SB10448321868574546300,00.html>.
- DisplaySearch. Annual DisplaySearch US FPD Conference, various years. Austin, Texas: DisplaySearch, CD-ROMs.
- GEREFFI, GARY; JOHN HUMPHREY; and TIMOTHY STURGEON. (2005). "The Governance of Global Value Chains." *Review of International Political Economy* 12(1), forthcoming.
- LINDEN, GREG, CLAIR BROWN and MELISSA APPELYARD. (2004). The net world order's influence on global leadership in the semiconductor industry. In Kenney, Martin with Richard Florida, (Eds.), *Locating competitive advantage: Industry dynamics in the international economy*. Stanford: Stanford University Press, 232-258.
- MURTHA, THOMAS P., STEFANIE ANN LENWAY and JEFFREY A. HART. (2001). *Managing New Industry Creation: Global Knowledge Formation and Entrepreneurship in High Technology*. Stanford, California: Stanford University Press.
- MURTHA, THOMAS P., JENNIFER W. SPENCER and STEFANIE ANN LENWAY. (1996). Moving targets: national industrial strategies and embedded innovation in the global flat panel display industry. *Advances in Strategic Management*, 13, 247-281
- NSF (2004). National Science Foundation and National Science Board, 2004 *Science and Engineering Indicators*, accessed October 26, 2004 at <http://www.nsf.gov/sbe/srs/seind04/start.htm>.
- Sturgeon, Timothy J. (2002). Modular production networks: a new American model of industrial organization. *Industrial and Corporate Change* 11 (3), 451-96.

Bruce Kogut

Discussion

Professeur à l'INSEAD

Quest-ce qui fait la force d'un système d'innovation ? Après avoir reconnu que toute réponse définitive sur le sujet était difficile, Bruce Kogut a relevé un paradoxe : un système national d'innovation est d'autant plus performant qu'il est moins national. L'atout majeur du système américain réside ainsi dans l'immigration de travailleurs qualifiés, le « mouvement des cerveaux », et dans le dépassement des frontières nationales. Les États-Unis sont désormais au centre d'un système mondial d'innovation, comme en témoigne le rôle déterminant joué par les ingénieurs indiens dans la Silicon Valley. Bruce Kogut a également mis en garde contre la tentation de n'envisager l'innovation que sous l'angle des grands projets industriels lancés par les multinationales. D'une part, une telle vision passe sous silence le développement de l'innovation dans le secteur des services. IBM consacre ainsi 1 milliard de dollars, soit plus d'un quart de son budget de R&D, à la recherche liée aux services. D'autre part, elle méconnaît le rôle fondamental joué par les PME dans le processus d'innovation. Les statistiques montrent certes que les grandes entreprises déposent la quasi-totalité des brevets dans les secteurs de pointe. Mais les données sont trompeuses : les PME jouent bien un rôle majeur d'innovation dans les nouvelles technologies, mais celles qui réussissent sont rapidement rachetées par des grands groupes, disparaissant ainsi des statistiques officielles.

Concernant le secteur des écrans plats, il est important de souligner que l'absence de grand fabricant américain ne signifie pas que les États-Unis ont connu un échec. Au contraire, de nombreuses entreprises américaines (et européennes) sont présentes au sein du secteur, en tant que partenaires et fournisseurs de fabricants asiatiques. De même, le cas met en évidence l'importance du transfert international des connaissances et des liens entre la production aux États-Unis et en Asie. Plus généralement, l'histoire récente de l'industrie des écrans plats souligne la dialectique à l'œuvre entre les choix politiques nationaux et une internationalisation de plus en plus poussée. Les États-Unis, comme la France, sont aujourd'hui profondément enchâssés dans une économie mondiale. Les discours des hommes politiques, de part et d'autre de l'Atlantique, semblent trop souvent l'oublier.

Table ronde

Les enjeux de l'évolution du système français d'innovation

Bertrand Collomb

Plusieurs traits de la société française sont défavorables à l'innovation. En particulier, les Français ont tendance à survaloriser la pérennité des structures existantes, et à pénaliser la réussite de l'entrepreneur. La réforme est donc difficile et la solution ne peut pas uniquement consister à créer des oasis d'innovation au milieu d'un océan de conservatisme.

Les grandes entreprises jouent un rôle primordial dans le système d'innovation. L'image de la petite entreprise innovante est attirante, mais, malgré tout, 50 % de la recherche et développement dans le monde sont effectués par des grands groupes. Le cas de Lafarge est symptomatique de la politique de recherche conduite par les multinationales : dans un secteur réputé peu high-tech, celui des matériaux de construction, le groupe consacre 1 % de son chiffre d'affaires à la recherche et au développement et compte désormais trois grands laboratoires de recherche, situés à Lyon, à Montréal et en Asie.

La situation de la recherche en France n'est certes pas alarmante, mais il faut être attentif à la tendance croissante des firmes européennes à implanter des unités de R&D en Amérique du Nord et en Asie. Le vrai avantage comparatif des États-Unis par rapport à l'Europe réside en fait dans la liaison entre la recherche et le marché, beaucoup plus que dans le niveau et le coût des chercheurs. La gestion du budget de la recherche pose également problème en France. D'une part, les fonds sont « saupoudrés » sur une multitude d'entités, alors que 70 % du budget public américain sont concentrés sur 15 instituts de recherche. De surcroît, les États-Unis ont pu développer des « marques universitaires » fortes, qui assurent une notoriété mondiale aux laboratoires de Princeton, de Stanford, ou du MIT. D'autre part, le budget français souffre d'une forte inertie. La répartition du financement du CNRS entre les différentes disciplines a ainsi très peu évolué depuis 20 ans.

L'objectif d'une réforme devrait être à la fois d'attirer la R&D des entreprises étrangères en France mais aussi de retenir les activités de recherche existantes, notamment des grands groupes français.

Thierry Weil

Seule une approche globale, incluant les chercheurs et leurs organisations, les entreprises et les consommateurs, les citoyens, les pouvoirs publics et le cadre institutionnel, réglementaire et culturel, permet de se faire une juste idée des forces et des faiblesses d'un

système d'innovation. Le système français souffre de plusieurs défauts majeurs : l'absence de pilotage stratégique (la France ne consacre pas à sa recherche des moyens à la mesure de ses multiples ambitions), la centralisation et l'uniformité de la gestion des universités, qui brident l'initiative des enseignants-chercheurs, des laboratoires et des établissements, enfin des synergies insuffisantes entre organismes de recherche et établissements d'enseignement supérieur et, surtout, entre la recherche publique et les entreprises.

Les entreprises localisent leurs centres de R&D là où elles trouvent un système de recherche de classe mondiale ouvert aux échanges avec elles, un marché leader, une main-d'œuvre et des infrastructures de qualité et un environnement économique, réglementaire et culturel favorable.

Plus précisément, les chercheurs sont attirés par un environnement de travail intellectuel et matériel stimulant, ils ont envie d'être « là où les choses se passent » et que leur travail soit reconnu, matériellement, mais aussi à travers le statut social de la science et du scientifique. Ils vont là où ils trouvent des perspectives ouvertes, des opportunités, notamment pour les jeunes, de mener des projets originaux. Les immigrants sont sensibles à un environnement accueillant, avec des infrastructures adaptées (collèges et lycées internationaux) et une réglementation qui ne leur complique pas la vie (visas, système d'assurance de santé, possibilité de travail pour le conjoint) : l'Europe devrait d'ailleurs se dépêcher de tirer parti des réticences nouvelles des États-Unis envers certaines nationalités.

Les entrepreneurs, quant à eux, sont attirés par une espérance de gain, estimée en fonction des chances de réussite, des avantages attendus en cas de succès et des inconvénients liés à l'échec. On peut donc augmenter les gratifications de ceux qui réussissent (stock-options, fiscalité, mais aussi statut du riche et du nouveau riche et représentations sociales favorables à l'innovation) ou veiller à ce que les échecs ne soient pas trop cuisants (droit des faillites, mutualisation de certains risques, mais aussi attitudes envers l'entrepreneur malchanceux). On peut enfin augmenter la probabilité du succès, voire son estimation subjective (grâce à la publicité faite aux réussites). Les handicaps à surmonter pour rendre le succès plus probable sont le manque de professionnalisme de beaucoup d'investisseurs, lié au faible nombre des « serial entrepreneurs » et des prestataires capables d'accompagner une jeune entreprise, le faible développement des marchés à certaines étapes du financement et enfin le manque de relations entre les communautés des affaires et de la technologie. Ce dernier problème apparaît dès l'école : alors que les campus américains permettent des rencontres faciles entre étudiants en technologie et en gestion, ces talents sont formés en France dans des institutions séparées.

Une réforme d'ensemble est donc nécessaire, soutenue par une volonté politique durable, car l'attractivité de la France dépend de la qualité globale de son système de formation, de recherche et d'innovation.

Christian Blanc

On connaît bien les principales caractéristiques du modèle français d'innovation mis en place après 1945 : un rôle dominant des ingénieurs, une forte centralisation, un partage

géographique des rôles, la décision se faisant à Paris et dans le sillon rhodanien, l'exécution étant laissée au reste de la France. Ce modèle a très bien fonctionné jusqu'aux années 1980, dans le cadre d'une « économie d'imitation ou de rattrapage ». Mais les changements liés à la mondialisation n'ont pas été anticipés, et les performances économiques de la France depuis plus de vingt ans prouvent que le système est aujourd'hui inadapté.

Trois grands types de réforme s'avèrent nécessaires pour que la France se « mette au diapason des pays qui font de la croissance ». D'abord, il faut résolument tourner le dos au système centralisé en transférant les compétences économiques aux régions et en favorisant la synergie des acteurs locaux au sein de *clusters*, comme c'est déjà le cas pour le pôle de compétitivité de Crolles. Ensuite, il est nécessaire de favoriser l'émergence d'universités puissantes. Un récent classement des universités mondiales par l'université de Shanghai plaçait la première université française au 65^e rang. Un redressement de la situation passe là aussi par un rôle accru des régions et une large autonomie des universités, auxquelles devraient être transférés les chercheurs. Enfin, et seul bémol à la décentralisation, il faut garder la recherche au niveau national mais transformer les grands instituts de recherche nationaux, notamment le CNRS, en « agence de moyens ».

S'agissant du modus operandi de la réforme, une première étape pourrait être l'adoption d'une loi reprenant les points principaux de son rapport, de l'autonomie des universités au droit des régions à l'expérimentation. Une telle mesure permettrait alors « une prise de pouvoir des acteurs locaux : entreprises, universitaires, politiques, chercheurs ». L'exemple de l'industrie de la tannerie près de Barcelone illustre à quel point la coopération au niveau local peut être bénéfique. Les 7 000 tanneurs de la région étaient menacés par la concurrence asiatique. Une reconversion vers la fourniture de peaux pour l'industrie automobile a été envisagée, mais la qualité des produits était insuffisante. Les entrepreneurs et les chercheurs locaux ont alors décidé de travailler en synergie dans le but d'améliorer la qualité des peaux. Deux ans plus tard, les tanneurs catalans étaient devenus d'importants fournisseurs de l'industrie automobile espagnole, et depuis ils se sont lancés avec succès dans l'exportation.

Pierre Tambourin

Le Génomôle d'Évry peut être pris comme exemple du développement d'un *cluster*. Le projet trouve sa source en 1995, avec l'implantation à Évry de deux centres publics dédiés à la recherche génomique et génétique : un centre de séquençage et un centre de génotypage. En 1998, un campus est créé ex nihilo, marquant ainsi le vrai lancement du projet Génomôle. À l'époque, Évry est encore un désert scientifique et la plupart des observateurs restent sceptiques quant aux perspectives de développement. En fait, l'absence de tradition locale de recherche scientifique s'avère être un avantage : les collectivités locales soutiennent fortement le projet et les responsables du projet ne se heurtent pas à la résistance de « mandarins » déjà en place. De façon générale, les ingrédients les plus importants pour le bon développement des pôles de compétitivité sont plutôt l'originalité du projet, qui est essentielle pour attirer les chercheurs, et l'existence de services pointus en termes d'assistance pour faire venir les entreprises.

Le Génopôle occupe un créneau scientifique réellement novateur (la « biologie à grande échelle ») et permet des recherches sur un champ vraiment interdisciplinaire : une « maison des sciences de la complexité » est créée pour faciliter la collaboration entre biologistes, physiciens, mathématiciens et spécialistes des sciences de l'ingénieur. Aujourd'hui, le Génopôle est devenu un véritable « cluster de haute technologie ». Plus de 1 700 personnes travaillent sur le campus et 50 entreprises de biotechnologies ont été créées. Un partenariat tripartite se met progressivement en place entre le campus universitaire, les start-ups et les entreprises du secteur de la santé. Les perspectives sont favorables pour les biotechnologies, qui devraient générer 80 % des médicaments innovants à l'horizon 2010. Mais certains problèmes persistants en France continuent d'être des freins pour les entreprises innovantes, comme l'absence de *business angels* et la mauvaise gestion des brevets.

Jean Therme

Deux phases de développement des pôles dédiés à la recherche et au développement doivent être distinguées : d'abord une « phase de croissance endogène », qui est par nature difficile et coûteuse ; ensuite, si le succès est au rendez-vous, une « phase d'aimantation », où le site attire facilement de plus en plus d'entreprises et de chercheurs. Le problème est que la stratégie de recherche française ne facilite pas l'émergence de pôles de compétitivité capables de franchir la première phase : l'allocation des fonds publics en faveur de la recherche est trop souvent décidée en fonction de ce qu'on pourrait appeler un « effet Canadair », qui consiste à « arroser là où il y a le feu ».

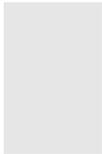
Une meilleure stratégie consisterait à sélectionner quatre ou cinq sites en France et à y concentrer les moyens financiers (il faut au moins un milliard d'euros pour développer un pôle de compétitivité de dimension mondiale). Même à l'heure d'Internet, la présence des chercheurs dans un lieu unique reste en effet primordiale.

Le succès de ces pôles de compétitivité dépend ensuite largement des conditions de leur développement. Une démarche multidisciplinaire semble un facteur important de succès. Un autre facteur primordial est la mise en place d'un « continuum de recherche », permettant de passer de la recherche fondamentale à la production industrielle en un minimum de temps. Enfin, la dimension humaine est sans doute la plus importante : il faut du temps pour permettre d'établir un dialogue entre les chercheurs venant de disciplines différentes, et entre le monde universitaire et le monde de l'entreprise. À cet égard, les rencontres des différents acteurs dans le cadre d'activités extra-professionnelles sont cruciales.

Du point de vue de l'évolution du système d'innovation français, le développement de pôles sera rendu plus aisé si l'on reconnaît le « rôle essentiel de l'expérimentation et des zones franches », dans la mesure où il n'est pas possible de faire avancer tout un pays au même rythme. Ce terme de « zones franches » doit être compris comme un concept lié au « droit à l'expérimentation » bien plus que comme un mécanisme associé à des avantages fiscaux.

2

**Quelle politique
de recherche
et d'innovation en France
et en Europe ? _____**



Évaluation des réformes du système allemand d'innovation

Frieder Meyer-Krahmer

*Directeur du Fraunhofer Institute for Systems
and Innovation Research ISI, Karlsruhe**

Certains affirment que les effets de la mondialisation rendent la notion de « système national d'innovation » beaucoup plus floue qu'elle ne l'était il y a quelques décennies, au moment où le concept a été théorisé par des économistes comme Richard Nelson ou Chris Freeman. Il est cependant indéniable que les frontières nationales ont encore leur importance : en particulier, les gouvernements continuent d'avoir un rôle majeur dans la définition des structures des systèmes nationaux d'innovation. Le double processus de mondialisation et d'intégration régionale n'a pas encore rendu l'échelon national obsolète.

De la même façon, il serait faux de croire qu'il y a un type idéal de système d'innovation. Plusieurs modèles coexistent, chacun avec des forces et des faiblesses, et différentes stratégies sont envisageables pour chaque pays. Le système allemand d'innovation présente ainsi des caractéristiques particulières, qui seront présentées dans un premier temps. Les forces et les faiblesses du modèle allemand seront ensuite analysées, avant une présentation des réformes en cours et des perspectives à moyen terme.

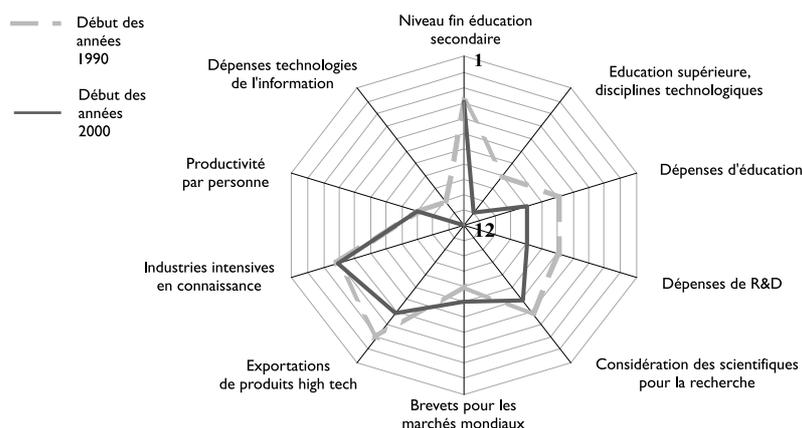
1. Caractéristiques du système d'innovation allemand

Un classement international de 12 pays pour divers critères de performance liés à l'innovation permet de mettre en évidence certaines forces indéniables du système allemand (graphique 1). La bonne spécialisation de l'Allemagne dans les secteurs de haute technologie est ainsi attestée par un classement satisfaisant pour 4 indicateurs : la part des industries de la connaissance dans la production nationale (4^e place), le pourcentage de biens de haute technologie dans le commerce extérieur (5^e), le nombre de citations des publications scientifiques (6^e) et le nombre de brevets (7^e). L'Allemagne a aussi une part élevée de sa population qui termine l'enseignement secondaire (4^e rang).

D'autres indicateurs peignent pourtant un tableau beaucoup moins positif. L'Allemagne est dans les derniers rangs pour les dépenses consacrées à l'éducation (8^e) et surtout pour le nombre de diplômés de filières technologiques (11^e). De même, le système allemand est en fin de classement concernant les dépenses de R&D (8^e) et les investissements dans les NTIC (10^e). Dans tous ces domaines, l'Allemagne a perdu du terrain depuis le

* Quelques semaines après la conférence du 4 octobre 2004, Frieder Meyer-Krahmer a été nommé secrétaire d'État au ministère fédéral de l'Éducation et de la Recherche.

Graphique 1. Position relative de l'Allemagne en matière d'innovation (classement sur 12 pays)



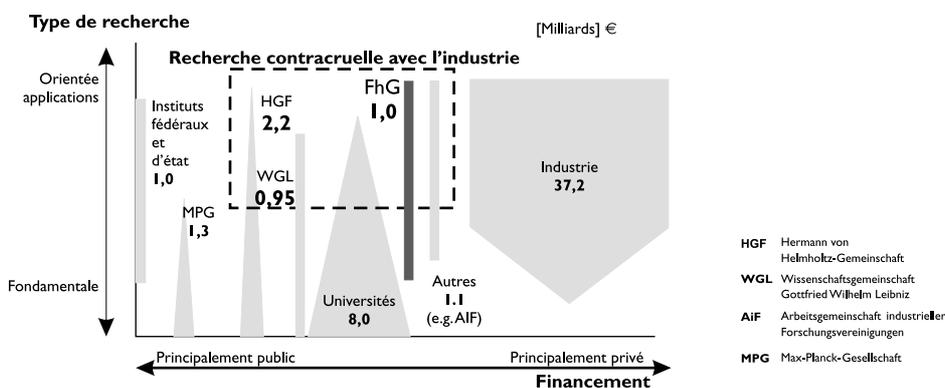
début des années 1990 : son moins bon classement s'explique d'ailleurs plus par les progrès des autres pays développés, qui ont bénéficié d'une croissance économique supérieure, que par une baisse de ses performances absolues. Il faut enfin noter que l'Allemagne est classée dernière pour la productivité par personne employée.

Il faut noter que ces résultats inégaux ne sont pas propres à l'Allemagne : chaque système d'innovation a ses forces et ses faiblesses, qui sont liées à une stratégie d'ensemble. Dès lors, une bonne politique structurelle doit chercher à corriger les dysfonctionnements et à renforcer les atouts dans le cadre du système existant. La solution la plus évidente cherche à imiter ce qui se fait de mieux à l'étranger, domaine par domaine représente en fait un risque élevé d'échec dans la mesure où les performances des structures dépendent fortement du contexte national.

Le graphique 2 permet de dresser un tableau plus précis de la structuration du système de recherche allemand. Il faut d'abord noter le rôle important joué par le secteur privé, qui représente les deux tiers des dépenses totales de recherche. En cela, l'Allemagne est très différente de la France. Le système allemand de recherche se caractérise aussi par un fort degré de décentralisation et de différenciation entre les organisations : une telle configuration permet une bonne division du travail entre le secteur privé, les universités et les différents instituts publics de recherche, parmi lesquels le célèbre Max-Planck-Gesellschaft.

Évaluation des réformes du système allemand d'innovation

Graphique 2. Le paysage de la recherche allemande en 2001



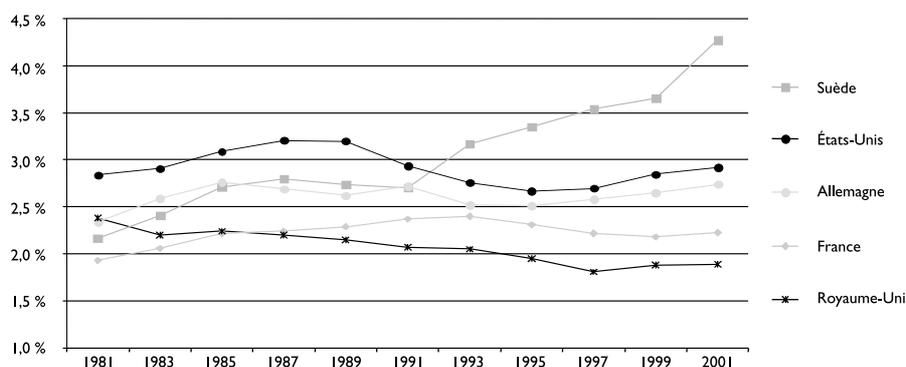
Source: Bundesbericht Forschung 2004, Stifterverband Wissenschaftsstatistik, Research Organizations.

Le revers de la médaille est la fragmentation du système, qui nuit à la qualité des liens entre les différentes institutions. Ainsi, la collaboration entre le secteur privé et le système public de recherche est limitée au financement par les entreprises de projets spécifiques, les liens plus informels restant assez peu développés. De même, la collaboration des instituts de recherche publics entre eux et avec les universités allemandes reste insuffisante.

Des mesures ont été prises pour essayer de renforcer les liens entre institutions. Par exemple la majorité des directeurs des 57 Instituts Fraunhofer enseignent à l'université. De même, sur les 80 chercheurs de l'Institut Fraunhofer de Karlsruhe, 5 sont aussi professeurs d'université, dont 4 à l'étranger (Suisse, France, États-Unis, Pays-Bas). Ce type de collaboration contribue à revaloriser la recherche universitaire, en permettant aux universitaires de bénéficier des équipements des centres de recherche publics.

L'étude de l'évolution des dépenses en R&D depuis le début des années 1980 (graphique 3) met en évidence ce qu'on pourrait appeler la tragédie de la réunification allemande. En tête des pays occidentaux pour les dépenses de recherche, avec les États-Unis et le Japon, à la fin des années 1980, l'Allemagne a en effet souffert des conséquences de la réunification. Directement d'abord, parce que le faible niveau des dépenses de recherche en Allemagne de l'Est a fait baisser la moyenne allemande. Indirectement ensuite, en raison de la réallocation d'une partie des dépenses publiques en faveur de la construction d'infrastructures à l'Est, au détriment de l'effort de recherche. Les dépenses de R&D augmentent certes légèrement depuis la fin des années 1990, mais l'Allemagne ne semble pas près de retrouver la position qui était la sienne il y a encore une quinzaine d'années.

Graphique 3. Dépenses de R&D en pourcentage du PIB
1981-2002



Remarque : Avant 1990 : RFA

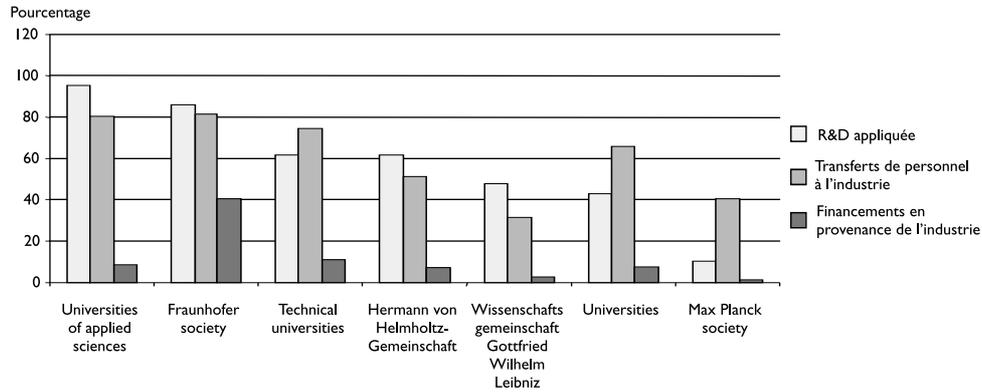
Source : OCDE.

Au début du *xxi*^e siècle, la France et l'Allemagne sont dans une situation assez comparable, au milieu du classement concernant les dépenses de recherche. Un objectif commun devrait alors être d'investir plus dans la R&D, notamment en cherchant à développer la contribution des entreprises privées à la recherche universitaire. La comparaison avec les États-Unis est sur ce point instructive : les entreprises américaines financent des laboratoires universitaires sans définir à l'avance certains buts de recherche, alors que les entreprises allemandes ne s'engagent généralement que sur des contrats spécifiques.

Une autre manière d'aborder la question des liens entre la recherche publique et les entreprises consiste à quantifier les transferts de connaissance, de personnes et de fonds entre public et privé. Le graphique 4 montre que ces liens dépendent fortement du type d'institution étudié. Ils sont particulièrement importants pour les centres du réseau Fraunhofer-Gesellschaft, qui dispose d'un milliard d'euros de budget annuel : la recherche appliquée constitue 80 % de l'ensemble des projets de recherche, 80 % des chercheurs migrent vers le secteur privé après 5 à 7 ans de travail pour Fraunhofer et 40 % du financement est apporté par les entreprises.

La recherche appliquée est encore plus dominante dans les universités polytechniques, avec plus de 90 % du total des projets, et un taux de transfert de chercheurs vers les entreprises de 80 %. Plus étonnant, 40 % des chercheurs de la Max-Planck-Gesellschaft, une institution spécialisée dans la recherche fondamentale, rejoignent des entreprises privées à la fin de leurs projets de recherche. La collaboration entre la recherche publique et

Graphique 4. Indicateurs de transfert de connaissance pour les organismes de recherche allemands (2000)



le secteur privé peut certes être encore améliorée, mais la situation apparaît donc aujourd'hui assez satisfaisante.

Ce constat globalement positif ne peut pas être fait, en revanche, pour le système allemand d'éducation. En particulier, et en décalage avec la réputation égalitaire de la société allemande, les études PISA de l'OCDE ont mis en évidence un lien extrêmement fort entre origine sociale et réussite

Graphique 5. La sélection sociale dans le système éducatif allemand

Taux de passage des niveaux pour les élèves issus de milieux favorisés, %

Niveau primaire	Fin des études secondaires	Entrée à l'université
100	84	72

Taux de passage des niveaux pour d'élèves issus de milieux populaires, %

Niveau primaire	Fin des études secondaires	Entrée à l'université
100	33	24

Source : d'après les données de DSW/ HIS.

scolaire : 72 % des enfants issus de milieux aisés accèdent à l'université, contre seulement 8 % des enfants issus des classes populaires (graphique 5).

2. Forces et faiblesses du système d'innovation allemand

Il s'avère en fait que les structures particulières du système national d'innovation expliquent chacune à la fois les forces et les faiblesses de l'Allemagne. Ainsi, l'accent mis sur les secteurs de moyenne-haute technologie tels que l'automobile, la chimie ou les machines-outils, s'est souvent fait au détriment des investissements dans les secteurs de pointe : les entreprises spécialisées dans les biotechnologies et les NTIC commencent à se développer en Allemagne, mais avec un retard important sur les leaders mondiaux. En parallèle, les entreprises allemandes sont très performantes sur les marchés existants mais elles ont du mal à créer de nouveaux marchés.

De la même façon, la présence d'une main-d'œuvre hautement qualifiée n'a pas incité les entreprises allemandes à investir suffisamment dans la formation de leur personnel. Enfin, l'organisation fédérale de l'État allemand est une force du point de vue du système d'innovation. Mais le politique pose aussi problème ; en raison de la rigidité de la réglementation allemande et du fait des blocages induits par la concurrence entre les différents échelons de gouvernement. En un sens, l'Allemagne souffre aujourd'hui d'un excès de décentralisation.

Tableau 1. **Résumé des forces et des faiblesses du système d'innovation allemand**

Forces	Faiblesses
Secteurs de moyenne-haute technologie	Secteurs de pointe
Marchés existants	Nouveaux marchés
Système de recherche décentralisé	Fragmentation des structures
Main-d'œuvre qualifiée	Baisse des investissements dans l'éducation et la formation
Système politique fédéral	Problèmes de gouvernance entre les différents échelons gouvernementaux

3. Réformes et perspectives

La problématique de la réforme du système allemand d'innovation peut être décomposée en cinq thématiques différentes (la sixième, la réforme des centres de recherche publics, ayant déjà été abordée). En premier lieu, un vif débat a lieu actuellement outre-Rhin concernant les moyens d'augmen-

Évaluation des réformes du système allemand d'innovation

ter les dépenses d'éducation et de R&D : les comparaisons internationales montrent que la position relative de l'Allemagne s'est dégradée depuis une quinzaine d'années mais la faible croissance allemande rend impossible toute augmentation massive des dépenses publiques dans ces domaines. Et, au contraire de leurs homologues françaises, les entreprises allemandes contribuent déjà beaucoup aux investissements, en R&D. Les marges de manœuvre des pouvoirs publics allemands sont donc réduites.

Un autre grand dossier est celui de la réforme des universités : un consensus émerge quant à la nécessité d'une plus grande concurrence et d'une plus grande spécialisation des établissements. L'Allemagne tournerait ainsi le dos au modèle généraliste défini par Wilhelm von Humboldt au début du XIX^e siècle. Elle se rapprocherait du modèle américain en renforçant le pouvoir des présidents d'université, en instituant l'autonomie financière des établissements et en cherchant à privilégier l'excellence. Un autre problème concerne l'accession au professorat au sein des universités : les jeunes chercheurs doivent en moyenne attendre de 6 à 10 ans avant de se voir proposer un poste correctement rémunéré et nombreux sont ceux qui préfèrent partir à l'étranger, en particulier aux États-Unis. Cela ne veut pas dire que la France n'a rien à apprendre du modèle universitaire allemand. En particulier, les universités françaises devraient chercher à imiter l'Allemagne à propos de la mobilité des enseignants entre établissements et la collaboration entre les laboratoires de recherche universitaires et le secteur privé.

En ce qui concerne l'innovation proprement dite, le gouvernement allemand met en œuvre des solutions qui ont fait leurs preuves à l'étranger, comme des programmes d'aide aux PME ou des mesures destinées à favoriser le capital-risque. De façon encore plus significative, les autorités allemandes cherchent désormais à favoriser l'expérimentation dans le domaine des politiques publiques. Par exemple, le programme EXIST expérimente, dans cinq régions différentes, cinq manières d'encourager les chercheurs en université à créer leur entreprise. Une évaluation a été réalisée au bout de trois ans pour déterminer quel mode d'action est le plus efficace dans le contexte allemand.

Les relations des autorités allemandes avec les institutions européennes constituent aussi un axe important de réforme, dans la mesure où l'Allemagne a trop tendance à se replier sur elle-même. Le contraste est notable avec la France, qui envoie à Bruxelles des personnalités politiques reconnues et a mis en place une stratégie d'influence pour peser sur les décisions européennes.

Enfin, les autorités allemandes cherchent, comme la plupart des pays développés, à encourager la création et le développement de pôles d'excellence. Aujourd'hui, l'Allemagne compte 115 « réseaux de compétence », répartis sur l'ensemble du territoire (voir carte). Parmi les 33 régions administratives accueillant ces réseaux figurent 10 « biorégions », spécifiquement

consacrées aux biotechnologies. Ce programme a permis d'obtenir des résultats importants : forte augmentation du nombre d'entreprises consacrées aux biotechnologies, développement du capital-risque et amélioration sensible des liens entre les différents acteurs.

Il faut toutefois noter que ces résultats ne sont pas seulement dus à la création des pôles de compétitivité : ceux-ci se sont implantés dans des régions qui avaient déjà une longue tradition de recherche scientifique. Le rôle des autorités a simplement consisté à pousser les acteurs locaux à améliorer l'efficacité des structures existantes. Il est également nécessaire de relativiser l'efficacité des clusters au niveau régional. La mondialisation fait qu'une collaboration réellement internationale est souvent beaucoup plus profitable qu'une approche locale. Ainsi, l'Allemagne est aujourd'hui le leader mondial en ce qui concerne les technologies basées sur le laser. Maintenir cette avance suppose de collaborer avec les centaines de chercheurs qui travaillent sur le sujet dans le monde. Dans ce domaine, la mise en commun des compétences de quelques dizaines de chercheurs sur une base régionale ou interrégionale montre rapidement ses limites.

Conclusion

Les aspects du système d'innovation allemand qui présentent le plus grand intérêt pour la France sont les interfaces entre le secteur économique et le secteur scientifique, les interactions entre les activités de recherche et d'innovation et l'importance des petites et moyennes entreprises pour l'innovation. On constate bien des similitudes entre la France et l'Allemagne en ce qui concerne les efforts de réformes entrepris depuis quelques années, notamment la réforme universitaire, la promotion de créations d'entreprises et une plus forte concentration des efforts pour construire des capacités de recherche d'excellence. Un organisme de recherche tel la société Fraunhofer représente un intérêt particulier pour la France dans la mesure où elle constitue un modèle réussi d'interactions entre la recherche publique et la recherche privée. La transposition des réussites allemandes doit cependant être préconisée avec prudence. Des connaissances profondes et précises du contexte national et institutionnel d'un pays sont en effet nécessaires pour être en mesure d'apprendre de ses forces et de ses faiblesses.

René Lasserre

Discussion

Professeur à l'Université de Cergy-Pontoise et directeur du Centre d'Information et de Recherche sur l'Allemagne contemporaine

Le diagnostic différencié de F. Meyer-Krahmer met le doigt sur un certain nombre de points faibles du système allemand d'innovation. Dans l'évaluation globale de ses performances et de son fonctionnement, il me semble cependant que les forces l'emportent nettement sur les faiblesses, surtout si on le compare au système français.

Il convient tout d'abord de noter qu'en RFA l'activité publique de recherche se répartit de façon équilibrée entre les universités et les organismes extra-universitaires (respectivement 8,1 et 6,9 Mds € en 2000), la part des universités étant nettement plus importante qu'en France où elle n'en représentait qu'un peu plus du tiers (4,2 sur 12,1 Mds d'€) en 2000. En Allemagne, les liens entre laboratoires, organismes de recherche et industrie dans le processus de valorisation et d'innovation sont par ailleurs étroits et très diversifiés. Outre le fait que c'est le point fort de grands organismes comme la Fraunhofer Gesellschaft, l'activité de valorisation de la recherche est sensiblement plus développée qu'en France, ainsi qu'en témoignent la part des contrats passés avec l'industrie (12,5 %) dans le financement de la recherche universitaire et les modalités très souples de coopération entre cette dernière et l'entreprise privée. Le seul domaine où les universités françaises affichent une meilleure performance dans le lien avec l'entreprise est celui de la formation continue et de la professionnalisation des cursus, laquelle touche cependant encore trop peu les doctorants, alors qu'en Allemagne l'implication des entreprises sur ce créneau stratégique est beaucoup plus forte.

Mais l'atout essentiel du système allemand tient à mon sens à l'importance de l'action publique régionale à la fois dans le financement et la promotion de la recherche et de l'innovation. En Allemagne, les États fédérés (Länder) assurent au niveau régional une part essentielle de la gestion publique. Ils ont en charge et en décision directes environ 38 % de la dépense publique nationale, ce qui implique qu'ils disposent de leviers et de moyens très importants : alors qu'un conseil régional français ne dépense en moyenne que 260 €, le gouvernement de Bavière a en charge un budget de 2 860 € par habitant. En particulier, les Länder disposent d'une compétence quasi exclusive en matière d'éducation et d'enseignement supérieur et d'une compétence très largement partagée en matière de recherche et d'innovation

Le système français d'innovation dans l'économie mondiale : enjeux et priorités

(les Länder assurent environ 46 % des dépenses publiques de recherche, et l'État fédéral 54 %). En matière de recherche, l'État fédéral (Bund) définit les grandes orientations nationales et soutient, par l'intermédiaire de programmes prioritaires ou de grands projets, les activités scientifiques qui pour l'essentiel sont mises en œuvre, développées et orchestrées au niveau régional. L'activité de recherche et d'innovation est de ce fait très largement territorialisée : elle est étroitement connectée, au niveau de chaque Land, à la politique de développement économique régional dont elle est partie intégrante. Avec 7,7 Mds d'€, les Länder contribuent ainsi en moyenne, sur leurs moyens propres, à hauteur de 15 % à l'effort national de R&D et exercent par ce biais un effet de levier essentiel pour la promotion de l'innovation sur leur territoire. Certains Länder, notamment le Bade-Wurtemberg et la Bavière, ont fait du soutien à l'innovation une priorité de leur politique de développement industriel territorial en y consacrant des moyens importants : ainsi, en 2001, avec une enveloppe totale de 10,8 Mds d'€, à laquelle le gouvernement régional a contribué à hauteur de 1,2 Mds d'€, les dépenses de R&D du Land de Bavière ont franchi la barre des 3 % du PIB régional. (359,5 Mds d'€, 12,2 Ms d'habitants).

Cette territorialisation de la politique de recherche et d'innovation favorise le développement de pôles régionaux d'excellence dans la mesure où les Länder cherchent à consolider l'accès de leurs entreprises, et tout particulièrement de leurs PME à l'innovation, tout en valorisant conjointement les points forts de leur dispositif d'enseignement supérieur et de recherche et ceux de la recherche industrielle. Le Land est ainsi le lieu privilégié où s'organise la coopération entre la recherche et les entreprises, notamment grâce au rôle actif que jouent les chambres de commerce et d'industrie, les organismes socioprofessionnels et les associations professionnelles sectorielles. Ces coopérations sont encouragées par des programmes fédéraux, activement relayées par les administrations régionales et les collectivités publiques et débouchent sur des partenariats public-privé diversifiés en matière de recherche et d'innovation. C'est sur cette base que s'est développé, au cours des quinze dernières années, sur l'ensemble du territoire fédéral, y compris dans les nouveaux Länder, un maillage à la fois dense et diversifié de réseaux d'excellence et de pôles de compétitivité.

Cet atout que constitue le fédéralisme est parfois éclipsé dans le débat public allemand par le manque de lisibilité du système et sa réactivité jugée insuffisante : les mécanismes de péréquation financière entre régions riches et pauvres écrêtent les marges de manœuvre des Länder les plus performants et freinent leur capacité innovatrice. La contrainte financière ne s'en fait que plus fortement ressentir sur le terrain et les acteurs considèrent que, dans le contexte d'une compétition scientifique internationale croissante, le dispositif allemand reste sub-optimal en comparaison des systèmes américain et scandinave qui parviennent à mobiliser davantage de ressources et à les mettre en œuvre plus efficacement.



The Paradox of the Swedish Innovation System: Leader in Europe?

Thomas Andersson

Jönköping University and IKED

1. Introduction¹

Many parts of the world observe changes in the underpinnings of economic growth and performance which they associate with concepts such as “the knowledge-based economy”, “the new economy”, “the information economy”, etc. Science, technology, innovation, learning and human creativity are attracting particular attention (OECD, 2001). There is a vivid perception that standard solutions are not available, but that each country needs to find its own specific way forward. At the same time, there is also the notion that countries are in a position to learn important lessons from examining the success and failures of others.

As a result, extensive benchmarking of indicators in this area is now undertaken by a range of organisations, including the OECD, the European Commission, the World Economic Forum, the Milken Institute, UNCTAD, and so forth. Sweden is attaining a lead position, typically number one or two in the world, in most aggregate indices attempting to measure countries’ potential or performance in regard to mastering the knowledge-based economy. At the same time, similarly to other European countries, Sweden is confronted with several challenges and difficulties in raising its performance, including with regard to economic growth itself.

In order to understand the specific challenges and opportunities confronting a certain country with respect to innovation, it is important to examine the way that a range of specific structures and institutions interact in influencing driving forces and capabilities for innovation. This paper surveys the broad features of the so-called innovation system in Sweden.² Aiming at a crisp representation, it foregoes detailed discussions of specific aspects and rather paints “the big picture”. In Section 2, the paper examines indicators related to work, education, and unemployment. In section 3, the focus shifts to R&D, public-private co-operation, scientific publications, and patents, as well as the question to what extent strengths in these areas are matched by advances in productivity and growth. In section 4, the paper discusses aspects of innovation, entrepreneurship, business renewal, and risk-taking in new ventures. Section 5 summarises.

¹ The author is grateful to VINNOVA for assistance in the provision of data. Ms. Frédérique Sachwald, IFRI, Yves Doz, INSEAD, and Daniel Malkin, OECD, provided useful comments in connection with the Paris conference.

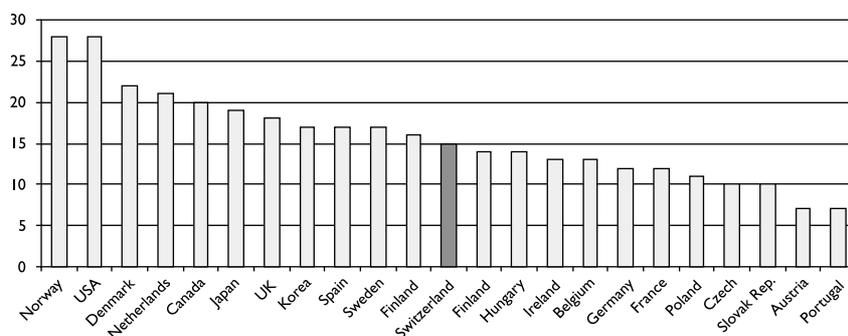
² The term innovation system was coined from the late 1980s onward to characterise the way in which innovative capabilities are determined by interrelated institutions and actors in a particular country or region, see Feldman (1987) or Lundvall (1991).

2. Human resource management

In higher education, although international comparisons are complicated by differences in definitions, judged on the basis of average enrolment, Sweden attains an intermediate position among developed countries, as well as in a European context (Figure 1).

Following a weakened performance in the last decades, however, a growing share of younger cohorts embarked upon tertiary education in recent years. Examining student performance, Swedes tend to do fairly well at young age. On the other hand, some problems have become evident, including in science and mathematics (OECD, 2003a). For several areas of higher education, again including science and technology, likewise Swedes do not come out among the best in international comparisons. Training for teachers, including the newly revised major university programme, are currently subject to criticism. Questionmarks particularly arise when one examines the demand side: the financial payoff to investment in education is lower than in most other countries. Fairly generous public scholarships improve the ratio between financial returns and costs somewhat, but still leave most graduates with a low anticipated payoff on their investment in education, including in areas such as teaching (Arai and Kjellström, 2001).

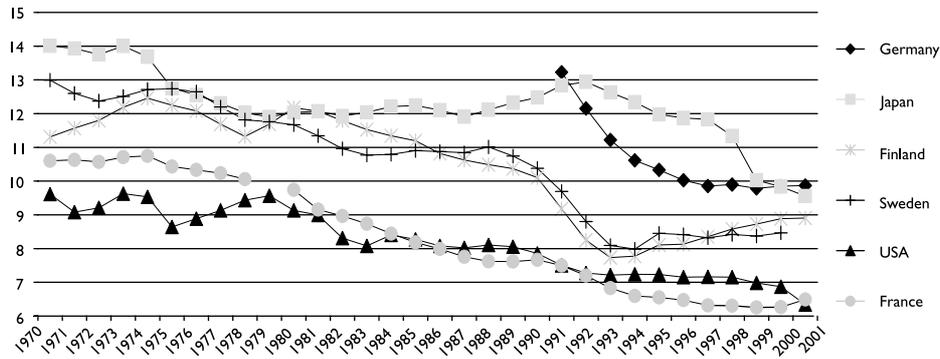
Figure 1. **Percentage of active population, 25–64 years old, tertiary education, 2002**



Source: OECD (2003a).

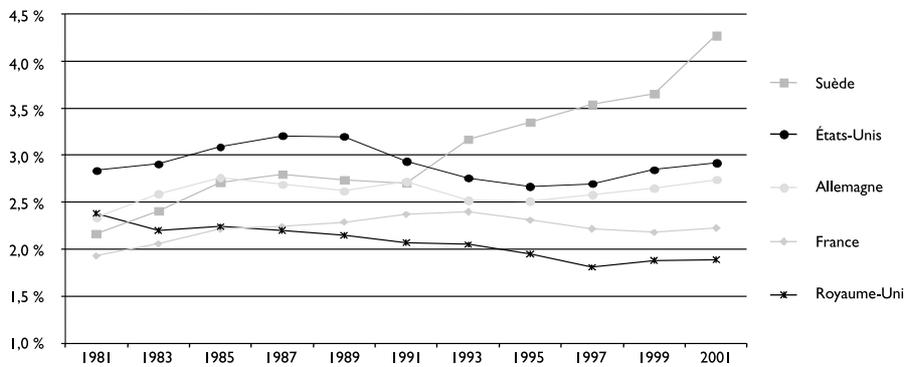
Sweden resembles other developed countries in that the share of manufacturing in the work force has declined markedly over time (Figure 2), whereas the share of services has expanded (Figure 3).

Figure 2. Share of the work force in manufacturing, 1970-2001



Source: OECD labour force statistics (1992), STAN & MSTI (2003).

Figure 3: Share of the work force in services, 1970-2001



Source: OECD labour force statistics (1992), STAN & MSTI (2003).

The decline in manufacturing has been sharper than in most other countries, however, especially due to the shake-out that occurred in the early 1990s. There are different opinions on whether the decline flags serious difficulties in terms of industrial competitiveness. While a certain reduction is inevitable in developed countries, due to high production costs compared to developing and transition economies, technological and organisational changes now enable a far-reaching decompartmentalisation of the value chain and more complex cross-border industrial restructuring processes.

Not only manufacturing but also service industries are increasingly relocating as a means to improve specialisation and enhance productivity.

It is important for individual countries to re-examine what conditions are offered to various production factors and economic activities. This applies also to small and medium-sized enterprises (SMEs). Whereas that sector has expanded employment in most countries, it retreated in Sweden in recent years. This has contributed to what is currently perceived as "jobless growth" in Sweden, i.e. respectable productivity growth deriving especially from within existing enterprises, but few new jobs.

Figure 4. Labour force as a percentage of population 1981–2001

1981		1991		2001	
1. Sweden	52	Switzerland	58	Switzerland	56
2. Finland	52	Denmark	57	Denmark	53
3. Denmark	52	Sweden	53	Japan	53
4. Switzerland	50	Japan	52	Canada	52
5. Canada	50	Canada	51	Norway	52
6. Japan	49	Finland	51	Netherlands	51
7. United States	48	United States	51	Finland	51
8. Norway	46	Norway	50	Portugal	50
9. United Kingdom	47	United Kingdom	50	Czech Republic	50
10. Germany	46	Germany	49	United States	50
11. Australia	46	Portugal	49	Sweden	50
12. Total OECD	45	Czech Republic	49	United Kingdom	50
13. Portugal	44	Slovak Republic	48	Slovak Republic	49
14. France	43	Total OECD	47	Germany	49
15. Belgium	42	Netherlands	47	Austria	48
16. Italy	40	Austria	46	Total OECD	47
17. Netherlands	40	Korea	44	Korea	47
18. Korea	38	Italy	43	Ireland	46
19. Ireland	37	France	43	Spain	44
20. Spain	36	Belgium	42	France	44
21.		Sapin	40	Belgium	43
22.		Ireland	38	Italy	41
23.		Israel	36	Hungary	40
24.				Israel	39

Source: Eurostat (2003).

The share of employment relative to population is still high in Sweden, and increased further in recent years (Figure 4). This is primarily driven by

The Paradox of the Swedish Innovation System

relatively high female participation in the work force. Today, the unemployment rate is not as low as it used to be, although it declined again in 2002 and now stands at about five percent (Figure 5). Further, this figure masks the high share of the population that is now found in various training programmes, on long-term sick-leave, or already retired. Shifts in incentive structures have contributed to a dramatic increase of citizens in working age leaving the work force (Henrekson and Persson, 2003). Part of the problem is found in Swedish immigration policy. Immigrants are facing difficulties in being recognized and obtaining skilled work, while also facing weak incentives to learn local language or take on jobs with modest financial returns which could serve as an entry point to the labour market.

Figure 5. **Unemployment rate 1993-2004, per cent**

1993		1999		2004	
Japan	2.5	Netherlands	3.2	Norway	4.4
Austria	4.0	Norway	3.2	Ireland	4.5
Portugal	5.6	Austria	3.9	Austria	4.5
Norway	6.0	USA	4.2	Netherlands	4.7
Netherlands	6.2	Portugal	4.5	UK	4.7
USA	6.8	Japan	4.7	Japan	4.7
Germany	7.7	Danemark	4.8	USA	5.5
Belgium	8.6	Ireland	5.6	Denmark	5.4
Sweden	9.1	UK	5.9	Sweden	6.3
Denmark	9.6	Sweden	6.7	Portugal	6.7
UK	10.0	Germany	7.9	Belgium	7.8
Italy	10.1	Belgium	8.6	Finland	8.8
France	11.3	Finland	10.2	Germany	9.5
Ireland	15.6	France	10.5	France	9.6
Finland	16.3	Italy	10.9	Italy	- 15
Spain	18.6	Greece	12.0	Greece	- 16

Source: <http://europa.eu.int/eurostat/>

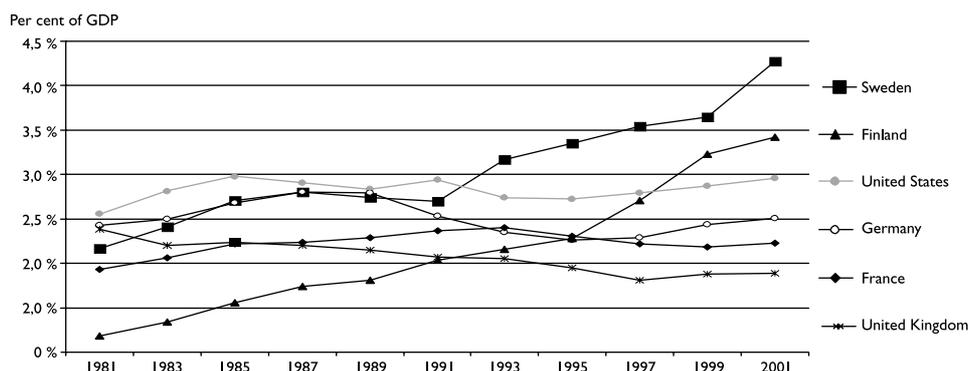
3. R&D, innovation and performance

Sweden has extremely high R&D-expenditures per income or per capita (Figure 6). This is primarily a reflection of the very high level of private sector R&D (Figure 7). Public investments are high as well, however (Figure 8), with the university sector accounting for the bulk (Figure 9).

In comparison with countries such as the United States or France, Sweden has an exceptional focus on public support of research in universities. By contrast, R&D in the sector of so-called "Research institutes" is relatively

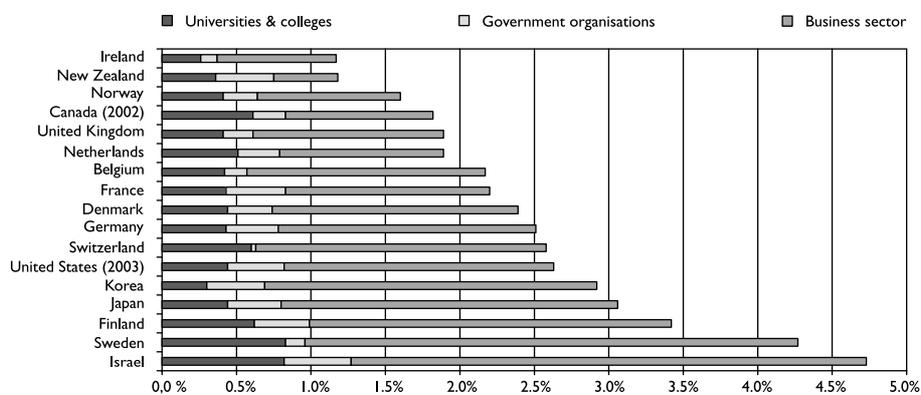
small, as seen from Figure 10. Even in a field such as engineering, universities are dominating in terms of R&D personnel. Here, countries such as Norway and Finland present a starkly contrasting case.

Figure 6. R&D expenditure in relation to GDP, 1981-2001



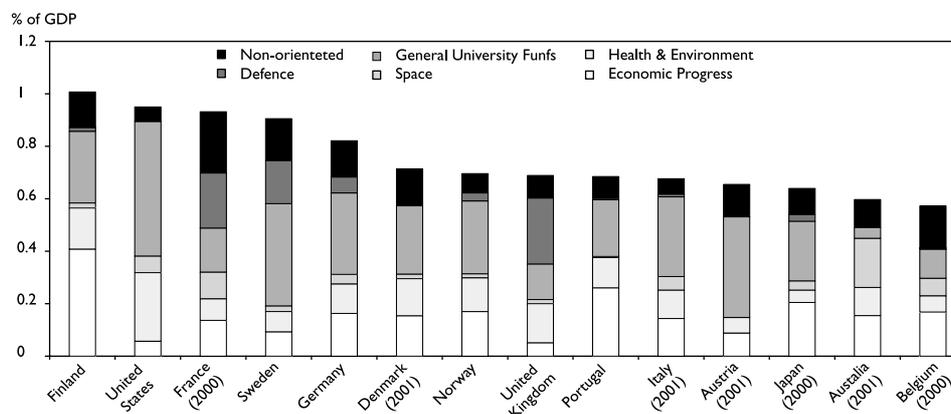
Source: OECD MSTI (2004).

Figure 7. R&D expenditure in relation to GDP, 2001



Source: OECD MSTI (2004).

Figure 8. Government R&D-financing in relation to GDP, 2002



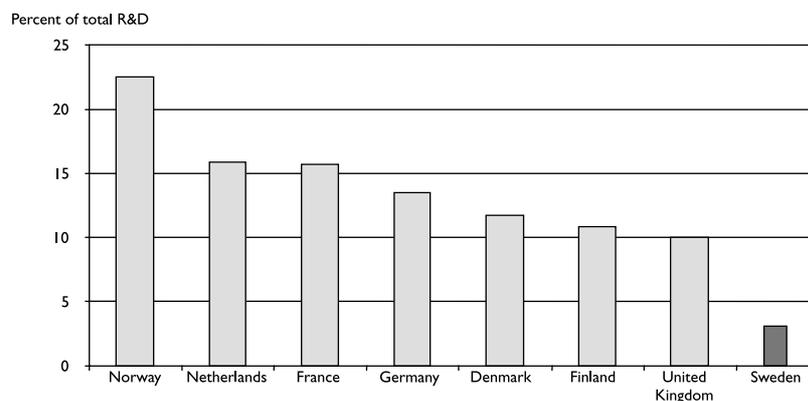
Source: OECD MSTI (2003).

Figure 9. R&D in the higher education sector 1981–2001, in relation to GDP

No.	1981		1991		2001	
1	Sweden	0.65	Sweden	0.74	Sweden	0.83
2	Japan	0.55	Israel	0.67	Israel	0.82
3	Switzerland	0.43	Switzerland (1992)	0.66	Finland	0.61
4	Netherlands	0.42	Netherlands	0.58	Switzerland	0.60
5	Germany	0.41	Japan	0.51	Canada	0.59
6	Norway	0.34	Canada	0.49	Netherlands (2000)	0.57
7	Canada	0.33	Finland	0.45	Belgium (1999)	0.47
8	France	0.32	Norway	0.44	Denmark (2000)	0.45
9	UK	0.32	Belgium	0.43	Japan	0.45
10	OECD	0.31	Germany	0.41	Norway	0.42
11	USA	0.31	USA	0.39	France	0.41
12	EU	0.30	Denmark	0.37	UK	0.41
13	Denmark	0.28	EU	0.36	EU (2000)	0.40
14	Finland	0.26	France	0.36	Germany	0.40
15	Italy	0.16	OECD	0.36	OECD	0.40
16	Ireland	0.11	UK	0.34	USA	0.40
17	Spain	0.09	Italy	0.26	Italy (2000)	0.33
18	Belgium		Ireland	0.22	Korea	0.31
19	Israel		Spain	0.19	Spain	0.30
20	Korea		Korea		Ireland (2000)	0.23

Source: OECD MSTI, 2003.

Figure 10. Institute R&D in relation to total R&D expenditure, 2001



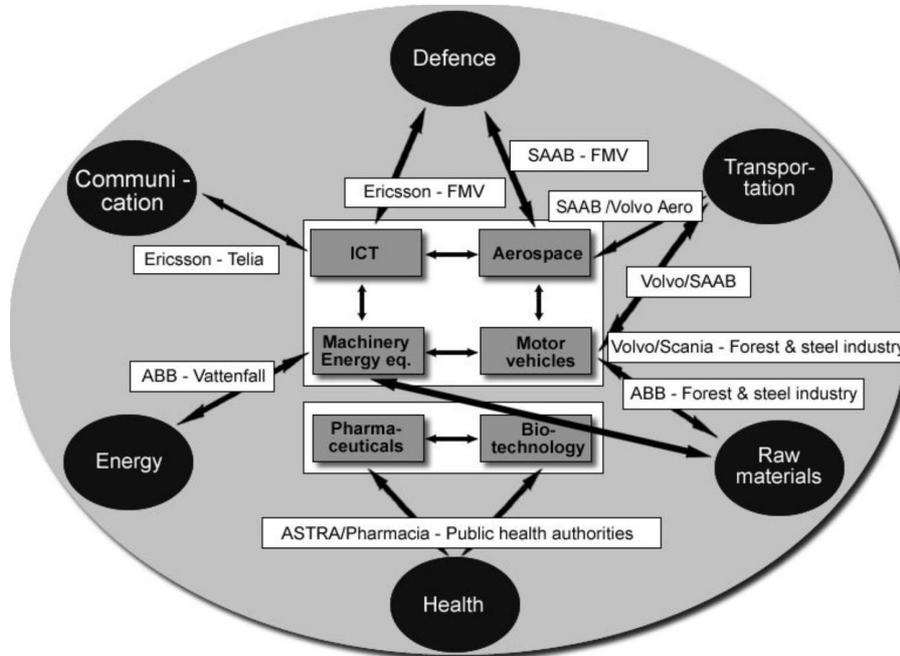
Source: INNO & Technopolis «Benchmarking Technology R&D» (2004).

The Swedish profile is the result of a conscious strategy. Most countries are now in fact moving in the direction of the Swedish system, enhancing the share of institutions with higher education in public research, and diminishing that of the institute sector. Universities are generally viewed as more creative and flexible in their strategies than public research institutes, while also able to link education and research capabilities (OECD, 2002). Compared to pure research institutes, university research may also be relatively more open to new technology areas, and be less driven by the priorities of established industry.³ In Sweden the institute sector is markedly weak, however, and void of critical mass in most areas. This has had the negative side-effect of burdening universities with political requests for taking on some presently partly neglected – but needed – tasks that do not fit them naturally. In recent years, new structures for strengthening science-industry linkages have been promoted in the vicinity of universities, e.g., in the form of incubators and “competence centres”. Several universities have succeeded in specialising the development of these bodies so as to underpin and rejuvenate dynamic industrial clusters. It appears that most of the Swedish universities have nevertheless continued to put priority on traditional academic credentials, however. Conditions enabling the development of a competitive industry for private business services have also been lacking.

3. As concluded by Guellec and van Pottelsberghe (2001), there is evidence that the composition of R&D in different economies, as well as their international linkages in knowledge flows, matter greatly for economic performance.

Other mechanisms were traditionally applied by the government to promote industrial development. Public-private partnership between authorities and favoured industries used to be practiced systematically in several areas, as exemplified by telecom, transport or health (Figure 11). The special Swedish structures developed early in this regard, as described, e.g., by Dahmén (1988). A combination of highly internationalised larger firms evolved in tandem with networks of smaller subcontractors, often within cluster structures which displayed a strong geographical specialisation.

Figure 11. **Public-private partnerships in major Swedish development blocks**



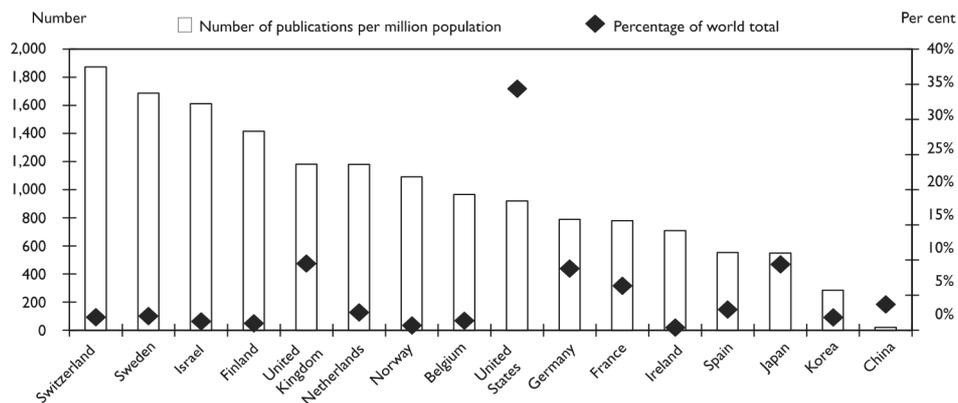
Source: VINNOVA.

As firms expanded sales abroad this provided the means to pursue sizable investments in firm R&D. In parallel, the strengthening Swedish economy was subjected to high taxes underpinning various public investments, including in university R&D. The latter appears to have paid off when judged on the level of scientific publications, examining the total (Figure 12) as well as key individual areas such as engineering (Figure 13), medical sciences (Figure 14), or natural sciences (Figure 15). The figures mask a recent weakening, as several studies argue that the "impact factor" of Swedish scientific publications is retreating (Vetenskapsrådet, 2003). There are also observations that the public support of scientific research is diminishing, although that is not obvious from the official statistics. Still, compared to other countries, the decline is occurring at a high level. Sweden also displays a strong patent performance (Figure 16). The bulk of patents is known to be generated by the large multinational firms, however, rather than university research.

Whereas labour productivity has developed strongly within the now fairly narrow internationalised industrial segments, however, multifactor productivity growth was low in the 1980s and only modest in the 1990s (Figure 17).⁴ GDP-growth has been dismal when viewed over the last three decades as a whole. The revival since 1994 has only marginally improved the picture (Figure 18).

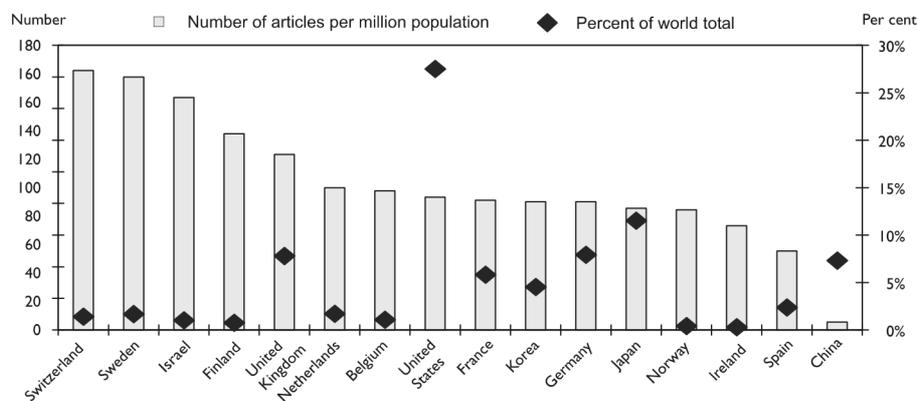
4. Multifactor productivity growth is the share of overall productivity growth which cannot be ascribed to the individual production factors, such as labour or capital. It is in practice measured as the unexplained residual, but is generally associated with the adoption of new technologies and "new ways" of doing things.

Figure 12. Scientific publications, internationally acknowledged journals, 2000–2001



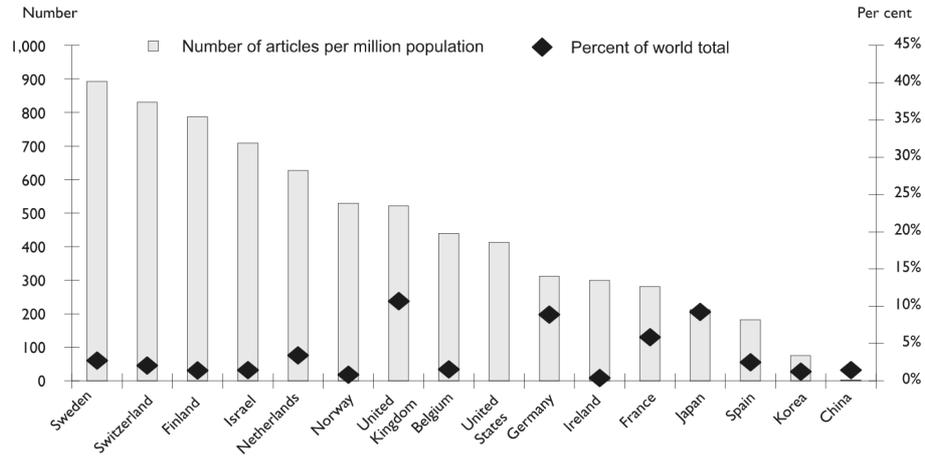
Source: National Science Indicators (NSI) database (2002).

Figure 13. Scientific publications, engineering, per million inhabitants and share of world total, 2001



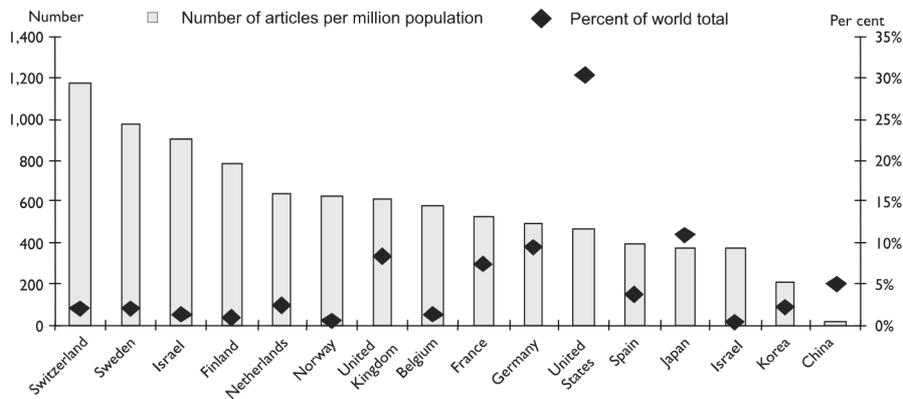
Source: National Science Indicators (NSI) database (2003).

Figure 14. Scientific publications within medical sciences, 2001
– Numbers per million inhabitants and share of world total



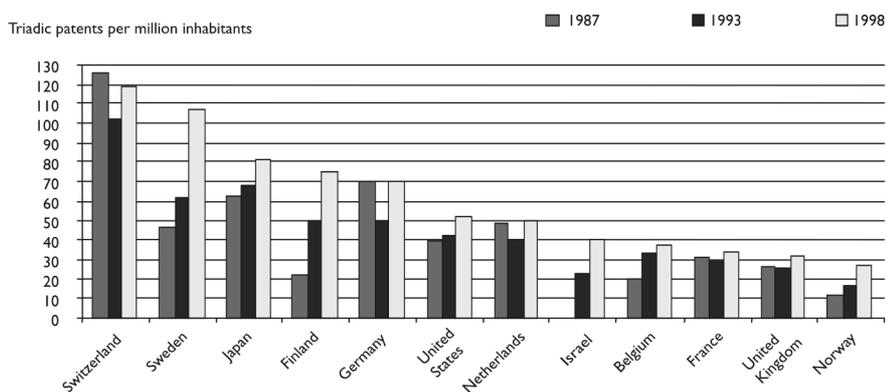
Source: National Science Indicators (NSI) database (2003).

Figure 15. Scientific publications within natural sciences, 2001
– Numbers per million inhabitants and share of world total



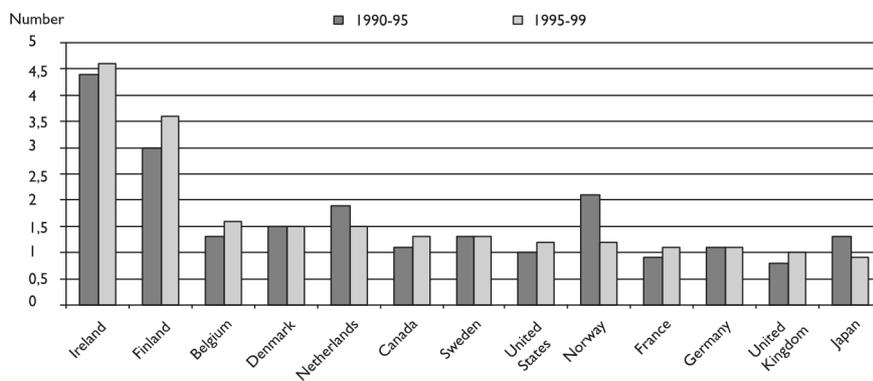
Source: National Science Indicators (NSI) database (2003).

Figure 16. **Number of triadic patents (USA, EU, Japan) per million inhabitants 1987-1998**



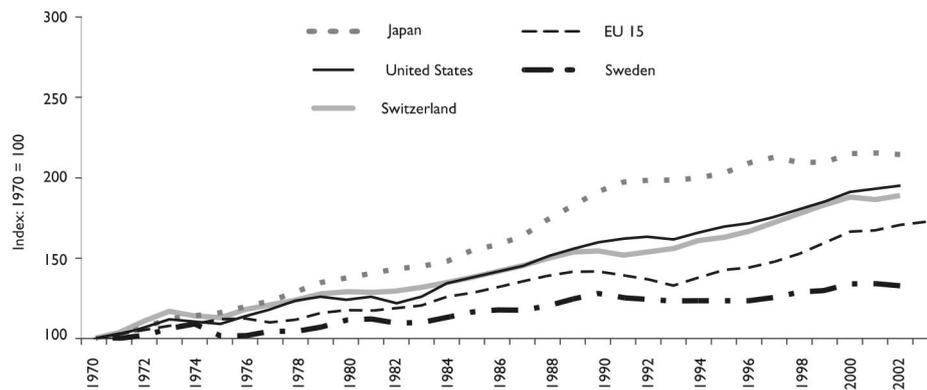
Source: OECD MSTI (2003).

Figure 17. **Growth in business sector multifactor productivity, 1990-2000**



Source: OECD (2003b).

Figure 18. GDP per capita 1970-2003, fixed prices and PPP (index, 1970 = 100)



Source: OECD (May 2004).

This contrasting picture of bulging innovation indices and less impressive commercialised output has been termed the “Swedish paradox” (Andersson et al. 2002): Some studies have questioned whether such a paradox exist, arguing either that the investment in innovation may not be as large as perceived from the statistics, that the output may not be as bad, or both.⁵ In reality, the question is not whether there is a “paradox” though, since a “paradox” by definition is non-existing. The issue is whether there is a problem. Viewed over the last decades, and viewed on the basis of renewal in products as well as firms, and increasingly in jobs, that is indeed the case, despite the actual Swedish record judged on the basis of most innovation indicators.

4. Innovation and Entrepreneurship

In order to understand the Swedish performance one needs to examine the driving forces and linkages between actors more in depth than is normally done in policy reviews. Public assessments in Sweden display a mixture of proud, critical and hopeful observations, e.g., the Swedish Government (2004). Although the emphasis varies, most recent studies conclude that the Swedish innovation system is underperforming relative to potential.

A feature of the Swedish system, and probably an important determinant of its performance, concerns the weight of linkages between the government and large firms. Private R&D is unusually concentrated in large firms, as is the public support of industry R&D. Universities are typically oriented towards relations with large firms, whereas the universities and public research institutes specialising in co-operation with SMEs are fairly weak. Some of the tra-

5. Both arguments are pursued by Jacobsson (2003) who, however, commit errors in interpreting the statistics (Andersson and Henrekson, 2003).

ditional universities long remained sceptical of industry linkages. Although this has now changed in most places, the fabric established for underpinning commercialisation of research results is still fairly undeveloped. Two forerunners are Karolinska Institutet and Chalmers, which are pioneering novel models for science-industry interplay in medical sciences and engineering respectively.

Meanwhile, a number of new regional universities were established over the last decades, broadening the uptake for higher education and often with a closer relationship with surrounding society than the traditional universities. On the other hand, most have lacked the critical resources and academic credentials for establishing a strong science base. Decisive for success in this respect is the ability of these institutions to prioritise and specialise, as shown by a few success cases. Jönköping University has excelled in specific niches including entrepreneurship, innovative learning, and production systems for SMEs.⁶ Luleå university in the far north excels in specific technologies, e.g., related to mining and steel industry. Blekinge University was greatly successful in the 1990s based on a strong portfolio of ICT-related education and research. Unfortunately, that focus on a particular technology became a problem when the cycle turned.

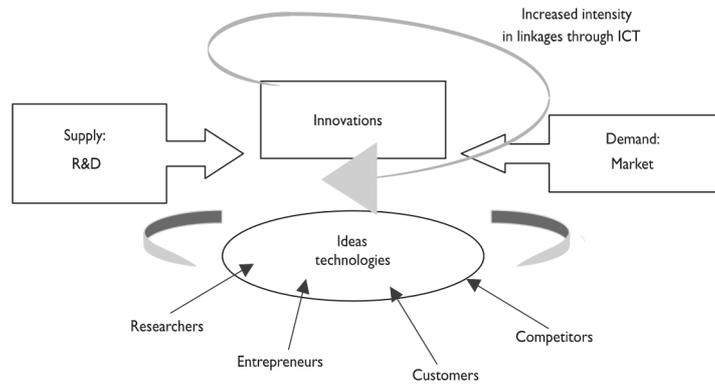
The large firms that dominate R&D as well as science-industry linkages have now internationalised their production to a high degree, and their patents are known to result in few new entities in Sweden. Contrary to the past, there is scanty evidence of complementarity in production overseas and at home, but rather indications of substitution effects (Svensson, 1996). So far, the internationalisation of R&D has been paralleled by continued expansion in headquarters, however, which means that Sweden combines among the highest R&D-intensities in the world with some of the most developed networks of R&D in affiliates overseas (Andersson, 1998). With production more and more internationalised, the need for international specialisation and uptake in R&D mounting, and increased foreign ownership of previous Swedish-based industrial groups, however, there are questions what will eventually happen to domestic R&D.

A dynamic innovation system requires sound inter-linkages both ways between the supply and the demand side, where ICT is magnifying the communication potential between actors (Figure 19). Firms may internalise benefits more effectively within their organisations but also have more to gain from outsourcing non-core business, allowing it to specialise and be upgraded in separate units. Today, firms are induced to reorganise aggressively by strengthening as well as slimming operations around well-defined core business. At the same time, incremental improvements that fit within a given organisation are likely to be favoured relative to radical innovations that have more far-reaching implications for the orientation of an organisation. In the case of Sweden, turnover appears primarily driven by products that are new to firms, which is in line with the notion that firms are innovative (Figure 20). However, products that are new to markets appear to feature rather weakly compared to some other countries (Figure 21).⁷

6. The surrounding region, Småland, has Sweden's best developed SME-clusters. Within Jönköping University, Jönköping International Business School (JIBS) focuses on entrepreneurship, internationalisation and industry restructuring, whereas Jönköping School of Engineering specialises in production systems for SMEs.

7. One should be careful with international comparisons in this respect, however. Some countries may come out strongly because their markets are relatively undeveloped foreign firms introducing new goods from overseas have a relatively strong standing.

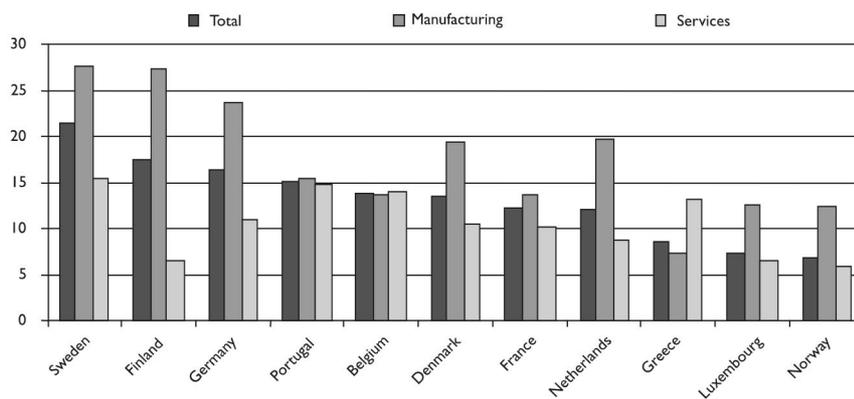
Figure 19. **Abandoning the linear model**



Source: IKED.

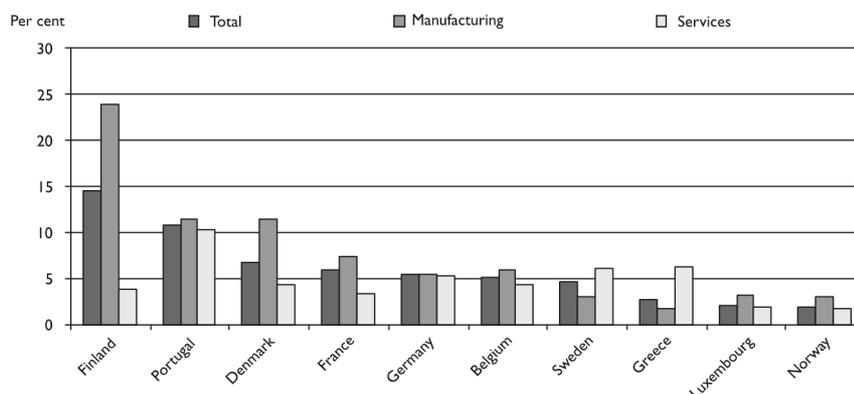
Genuine risk-taking and experimentation in an economy thus tend to require sound conditions for spin-offs and entrepreneurship (Lazerson and Lorenzoni, 1999). A distinct feature in Sweden today is the weak presence of entrepreneurs, i.e. individuals that start new businesses. This contrasts with the past. Highly entrepreneurial individuals active in the late 19th and early 20th centuries were the main creators of the large Swedish-based (and now commonly internationalised) corporations of the present era. Similarly, spin-offs from established business, which represent the main channel for establishing new units exploiting non-core technological opportunities in established firms, perform less impressively than in, e.g., Finland (Figure 22).

Figure 20. **Economic turnover generated by products that are new to firms, 2000**



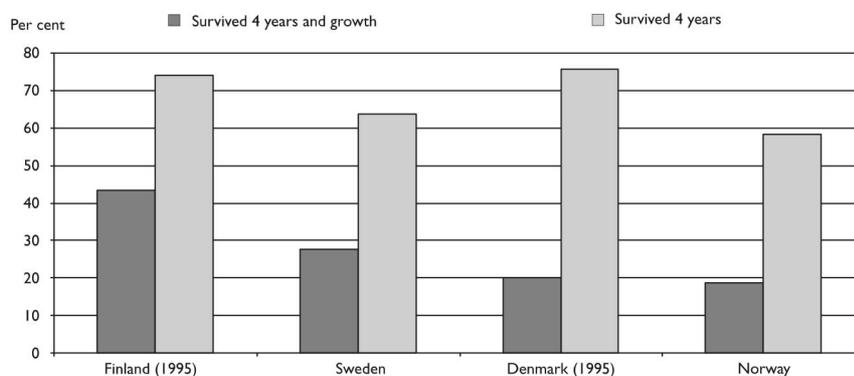
Source: Eurostat New Cronos database, 2003.

Figure 21. **Economic turnover generated by products that are new to the market, 2000**



Source: Eurostat New Cronos database (2003).

Figure 22. **Survival and growth rates, spin-offs from high-tech industry, 1996**



Note: Growth is defined by a formula requiring that establishments starting out with 1 or 2 employees in 1996 should have 3 or more employees four years later.

Source: Nås et al. (2004).

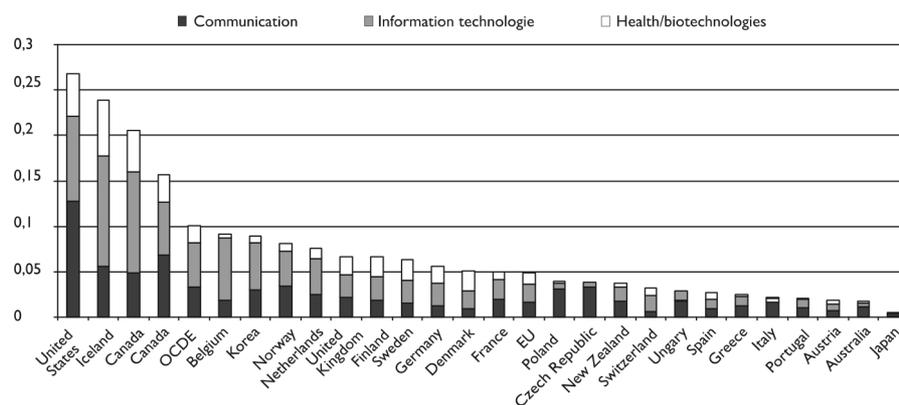
As in other countries, there is substantive local variation in entrepreneurship. While much can be done at local level to influence outcomes, systematic explanatory mechanisms are at work, as displayed by the significant negative correlation between public sector employment and entrepre-

The Paradox of the Swedish Innovation System

neurship across regions (Andersson *et al.*, 2002). The impeding influence of public ownership and regulation is paramount in certain sectors, including health and education where Sweden may otherwise have a considerable potential to develop new firms and jobs. Meanwhile, the country's wealth tax is almost unique internationally in that it sets in at relatively low levels of accumulated assets and pushes excessive funding out of the country.

Meanwhile, whereas the corporate income tax is rather favourable, high personal income taxes coupled with social security that is limited to employee status, and special rules for SMEs which discourage profit-taking, create an unfavourable risk-reward ratio for the individual and discourage entrepreneurship. The venture capital market has grown to reach considerable size but, so far, tends to provide support for the expansion of existing businesses and fail to cherish competencies for the allocation of funding to early stages of business formation and the commercialisation of new technologies (Figure 23).

Figure 23. High-tech venture capital in relation to GDP 1999–2001



Source: OECD (2003c).

Regional policies have dampened rather than lifted local initiative. Recently, the adverse consequences of regional policies have been highlighted and some changes have been made to generate more proactive behaviour. VINNOVA⁸, which was separated from NUTEK⁹ a few years ago to form the world's first public authority mandated to strengthen innovation systems, has introduced programmes that induce a combination of co-operation within regions and competition between regions for the purpose of strengthening regional clusters. It is still too early to judge the effectiveness of these measures, however, and whether they truly break with the linear model. The Swedish system remains heavy on the supply rather than demand side of knowledge-generation.

⁸ The Swedish Agency for Innovation Systems.

⁹ NUTEK stands for the Swedish National Board for Industrial and Technical Development.

5. Concluding Remarks

Sweden offers observations of both success and failure in its setup for innovation, and the performance of its innovation system. The Swedish growth-performance, which outpaced all other economies except Japan for about a century (from the 1870s to the 1970s), was much underpinned by early broad-based educational reforms, bold investment in physical as well as institutional infrastructure, and strong conditions for research, innovation and entrepreneurship. The system was, however, gradually tuned towards a setup where the government and established large business determined the playing rules, and individuals were confronted with opportunity costs and incentives that favoured employment over entrepreneurship, research over innovation, education over learning.

The major role played by universities, and the scientific edge they display, coupled with the prevalent strengths in industry and service sectors alike, nevertheless provide a favourable basis for resumed dynamism. Whereas Sweden shares some general characteristics with other European countries, in many respects, we have seen that the Swedish innovation system displays strengths and weaknesses which differ markedly from those of other European countries. Strong links have developed between research and education, and new institutional structures have evolved over the last decade to facilitate commercialisation of research around universities. Meanwhile, the Swedish-based multinational firms possess exceptionally large internal R&D-capabilities as well as enjoy a strong international reach in their uptake of external R&D. These performances account for a "paradox" between notably sizable input and less impressive overall output which, looked over several decades, is actually more distinct than elsewhere in Europe.

For the fairly dismal economic trends of the last three decades to be firmly overturned, the prevalent spin of regional, research, and innovation policy measures need to become more conducive to competition, specialisation, and risk-taking. There is also a need to remove rigidities and disincentives which hamper effective linking both directions between supply and demand in regard to innovation. Changes are underway in several areas, as exemplified by VINNOVA's Vinnväxt programs which promote a combination of cluster-like co-operation and competition between different parts of the country, and announced shifts in the allocation of public support to R&D as well as in the ownership rights to inventions at universities and research institutes (Marklund et al., 2004).

Such changes need to be carried through consistently and be matched by adjustments in framework conditions, as in the areas of competition and taxation. Here, as well, some changes are currently flagged, often with reference to the virtues of improving conditions for innovation. For instance, the heritage tax and the gift tax were recently dismantled, the floor for the wealth tax has been raised, and the special rules hampering small firms

The Paradox of the Swedish Innovation System

("3/12-reglerna") are subjected to re-examination. The improvements that have already been taken have most likely contributed to improving the Swedish growth performance, which is now better than what prevails in most EU-countries. It is not clear, however, whether the changes underway will be sufficient to make a major difference relative to other, currently more dynamic, parts of the world.

References

- ANDERSSON, T., ASPLUND O. and HENREKSON, M. (2002), *Betydelsen av Innovationssystem: Utmaningar för samhället och för politiken*, VINNOVA, Stockholm.
- ANDERSSON, T. and HENREKSON, M. (2003), Critique of Staffan Jacobsson's paper "Universities and Industrial Transformation", *Science and Public Policy* 30, 6, 455-61.
- ANDERSSON, T. (1998), "Internationalization of Research and Development – Causes and Consequences for a Small Economy", *Economics of Innovation and New Technology* 7, 1, 71–91.
- ARAI, M. and KJELLSTRÖM, C. (2001), "Sweden", in Harmon, C., Walker, I. and Westergaard-Nielsen, N. (ed.), *Education and Earnings in Europe: A Cross-Country Analysis of the Returns to Education*, Edward Elgar, Cheltenham.
- DAHMEN, E. (1988), "Development Blocks in Industrial Economics", *Scandinavian Economic History Review* 36, 3-14.
- DAVIDSSON, P. and DELMAR, F. (2000), "På jakt efter de nya arbetstillfällena: De snabbväxande företagens roll", *Ekonomisk Debatt* 28, 2, 267–276.
- GUELLEC D. and VAN POTTELSBERGHE, B. (2001), "R&D and productivity Growth: Panel Data Analysis of 16 OECD Countries", *STI Working Paper 3*, Paris.
- HENREKSON, M. and PERSSON, M. (2003), The Effects on Sick Leave of Changes in the Sickness Insurance System, *Journal of Labor Economics*.
- JACOBSSON, S. (2003), Universities and Industrial Transformation, *Science and Public Policy* 29, 5, 345-65.
- LAZERSON, M.H. and LORENZONI, G. (1999), "The Firms That Feed Industrial Districts: A Return to the Italian Source", *Industrial and Corporate Change* 8, 2, 235–266.
- MARKLUND, G., NILSSON, R., SANDGREN, P., GRANAT THORSLUND, J., and ULLSTRÖM, J. (2004), *The Swedish National Innovation System 1970-2003*, VINNOVA, Stockholm.
- NÄS, S.O, SANDVEN, T., ERIKSSON, T., ANDERSSON, J., TEGSJÖ, B., LEHTORANTA, O. and VIRTAHARIU, M. (2004), High-Tech Spin-Offs in the Nordic Countries, STEP Report 22-2003, SINTEF, Oslo.
- OECD (2001), *The New Economy – Beyond the Hype*, Paris.
- OECD (2002), *Benchmarking Science-Industry Relationships*, Paris.
- OECD (2003a), *Education at a Glance*, Paris.
- OECD (2003b), *The Sources of Economic Growth in OECD Countries*, Paris.
- OECD, (2003c), *Synthesis Report: Venture Capital Trends and Policies*, Paris.
- SVENSSON, R. (1996), Effects of Overseas Production on Home Country Exports: Evidence based on Swedish Multinationals, *Weltwirtschaftliches Archiv* 132, 304-329.
- Swedish Government (2004), *Innovativa Sverige – En Strategi för tillväxt och förnyelse*, Ministry of Education and Ministry of Industry, Stockholm.
- Vetenskapsrådet (2003), *En Stark Grundforskning i Sverige*, Vetenskapsrådets forskningsstrategi 2005-2008, Stockholm.
- VINNOVA (2003), *Commercialisation of Academic Research Results*, Stockholm.

A Commentary on Innovation Systems in Small Open Economies in Light of the Swedish, Israeli, Finnish and Singaporean Experiences

Discussion

Yves L. Doz

*Timken Chaired Professor of Technology and Innovation,
Professor of Business Policy
INSEAD*

Several smaller high-competence countries – Sweden of course, and its Nordic neighbors, but also Singapore or Israel – face a complex transition toward an open knowledge economy from largely agrarian or merchant origins, and toward the renewal of their industrial base. For some, Nordic Europe in particular, this also takes place against a backdrop of population aging and growing concern for a knowledge-based welfare society aimed at aging gracefully.

Sweden, of course, enjoys a long standing technology-driven industrial base, rooted in innovations which took place a century or so ago, from Alfa Laval's separators to Ericsson's telephone switches, or specialty steel alloys, and tools in Sandvik and other companies. These Swedish firms were among the first multinationals. Finland also enjoys a tradition of innovation, with telephone systems being introduced in Finland by six companies a year after the Bell System was launched in the U.S. (to this day, a source of innovativeness in the Finnish telecom industry), or with one of the very first hydroelectric powerplants in the world being built in Tampere. Following the fall of the Eastern Bloc, and the end of Finland's key role as a gateway and a broker between Eastern and Western European economies, Finland has had to re-build its innovation system, around strong technical universities, and new funding agencies, such as Tekes (the National Technology Agency), the Academy of Finland, and various other agencies.

Rather similarly, Singapore has built, purposefully, and essentially from scratch, an innovation system, around science parks and scientific infrastructures (such as advanced test labs for chromatography, drug discovery, and other key enabling technologies for medical and biological research) and, in some cases, partnerships between global companies and local government-sponsored research centers (such as the Center for Wireless Communications which relied on joint research teams between multinational investors and local Singaporean institutes).

All these small countries, however, suffer from some vulnerabilities to their innovation system, in particular as they shift to a knowledge economy open to the world.

Funding is extremely concentrated, and potentially vulnerable. Both in Sweden and Finland, corporate R&D accounts for about two third of total funding. A dozen companies account for the bulk of that effort in Sweden, whilst Nokia (and Nokia funded related work), accounts for half the private R&D in Finland (and a third of the total national amount). Swedish firms may move their innovative activities abroad, or be acquired by global companies (e.g. SAAB, Pharmacia, Volvo) which may decrease the R&D and innovative activities performed in Sweden. As a result of its integration into GM, the latest SAAB branded car is a Japanese product from Subaru!

The benefits of public support in the country may not accrue domestically because the work performed for domestic MNC is leveraged internationally (employment and value-added grow elsewhere). As pointed by Professor Andersson, the evidence on Sweden suggests substitution rather than complementarity between work performed in Sweden and abroad.

When Nokia cuts its R&D, Finland suffers. Specific locations like Oulu for Nokia, or Lappenranta for Sonera (the incumbent telecom operator) are even more vulnerable to the fortune of individual companies.

All big companies in Finland participate in a global competitive game and are affected by the globalization and concentration of their markets and industries. Further consolidation and acquisition by foreign players may lead them to move more of their innovative activities away from Finland.

Yet, the national innovation systems of some smaller countries are critically dependent on the presence of strong technologically advanced companies which perform research in the country. These countries are not big enough to find and sustain a critical mass of scientific research in the public sector, and most of the research work in universities and public research centers is done in partnership with industry. In Finland, with the exception of Nokia in ICT, few companies do advanced research or need such research.

If globalization leads a handful National firm, to be acquired, or to move their R&D abroad, the whole national innovation system is a risk.

Further, many significant innovations now require collaborative networks than span the globe, given knowledge and skill dispersion and technological convergence, where a small country can, at most, hope to be a viable knowledge node, or perhaps knowledge hub, in the network. But absent local experience, such knowledge nodes will wither.

If public sector research withers, the flow of entrepreneurial spin-offs created from such research dries up. With the exception of Israel, which deelo-

The Paradox of the Swedish Innovation System

ped and implemented remarkably consistent and thoughtful policies toward fostering entrepreneurship, most countries already do not have the range of financial instruments and incubating processes needed to effectively support newly-created ventures. In Finland, for instance, public funding is very conservative, and cannot substitute for the lack of a vibrant venture capital industry. New companies may be created prematurely, around excessively specialized and narrow innovations that cannot spawn a distinct business, and sold-off to major foreign companies.

Even when initially successful, domestic entrepreneurial companies face further hurdles, entrepreneurial domestic companies may not grow internationally very successfully, and thus they risk squandering intellectual property created domestically. Israel, for instance, despite a remarkably fertile and vibrant innovation and entrepreneurship system, has spawned relatively few major international companies (Teva being the most visible exception). Poor precedents, such as the demise of Scitex,¹ color perceptions and remain as warnings in everyone's memory. Major innovations may be licensed prematurely, or at not so good terms, to global leaders, or the Israeli innovative companies be acquired by global incumbents. A similar observation can be made about Finland: beyond Nokia, few new global companies of any significance have emerged from Finland. Singapore has an altogether different problem, but one with similar consequences. It relies overly on foreign direct investments by MNCs, most of which initiated to take advantage of low labor costs and investments incentives and tax breaks, years ago. While a few companies (for instance HP in ink jet printers cartridges) have led, and benefited from the transformation of Singapore into a knowledge economy, most others have kept their investments in Singapore at the end of a "long thin arm" i.e. as manufacturing and logistics platforms, but not as sources of knowledge or learning. They do not tap into Singapore's budding innovative system. Recent investors may have gone to Singapore to use scientific tools and infrastructure (for instance in biology and genomics) but exploit the result of their work in Singapore in very different locations, worldwide. Locally created technology-based companies have, so far, not internationalized very significantly. So despite very thoughtful purposive public policies and public investments, none of these countries gets a high "innovative yield", nor, even more significantly, a full impact on growth, from their public R&D investments.

All lament the weakness of "entrepreneurship". Obviously, this is a catch-all word covering very different realities between various countries. Cultural conservatism, often on the part of countries that have had to survive in the shadow of powerful, and occasionally hostile, neighbors is evoked. The lack of depth in management skill and disciplines is another possible cause. Internationalization from a small, culturally highly-specific home base is not easy. Transitions to cultural and contextual diversity, and the formalization and complexification of organizational structures and management are well-known hurdles.

1. An early global leader in "pre-print" page setting digital technologies.

The ability of these smaller newer companies to attract top level talent, internationally is also necessarily uneven. The justified emphasis on the talents of the home base (given investments in education in Sweden and Finland, and in addition, "IQ immigration" in countries like Israel or Singapore) makes entrepreneurial internationalization even more difficult.

In sum, and put differently, growing deep local roots, in terms of R&D investments and science-based innovation pays off only when global links work to the advantage of the originating location. None of the knowledge sharing and bridging institutions, incumbent domestic MNCs, foreign MNCs or local entrepreneurial firms, necessarily leverages locally-rooted knowledge globally in a way highly beneficial to the source location. Any innovation system policy should focus on this leveraging issue and on the economic welfare yield of public investment in R&D.

In contrast to the above argument, public policy in small knowledge-based economy sometimes seems to rely too much on a "build it and they will come" myth. The net result is that in some of the countries, public policy towards innovation has perhaps excessively emphasized new science-based leading edge industry, in a not very imaginative way (how many centers of excellence in biotechnology can the world afford?). Finland's current shift of emphasis toward the renewal of traditional industries –such as construction, paper products, or chemicals, may reflect a more realistic approach, and one with more impact than investments at the "bleeding edge" of new fields where an intense global race is being run.

Such traditional industries, however, seldom need the basic research or advanced technologies normally performed in universities and public research centers. The emphasis may thus drag the innovative system away from the true renewal to technical support using existing knowledge.

New areas of integrated knowledge –and technology-based services such as health care, some tightly knit, offer new opportunities for piloting systemic ecosystem innovations (such as the Arabiaranta experiments in Helsinki). In such areas, like advanced affordable health care, small countries may enjoy a "collaborative advantage" in the building of local ecosystems around complex alliance constellations.

More broadly, this suggests the importance of locations advantages, and capitalizing on the uniqueness of the country's technology and knowledge base, and being careful in the balancing of priorities between basic research and support to industry.

Part of Sweden's challenge today is perhaps that as compared to a century ago, the distinctiveness and originality of the national knowledge base has eroded, and hence Swedish firms either suffer in global competition, or act increasingly as a global knowledge network, tapping into knowledge and

The Paradox of the Swedish Innovation System

innovation the world over in a metanational process, rather than keep innovating effectively in the home country and projecting their knowledge internationally.

Conversely, Singapore may have more of an advantage in areas in which it has already accumulated deep and rich knowledge, such as in logistics, or new product commercialization, than in trying to build – and with even greater difficulties, leverage to its own advantage - entirely new knowledge bases where the local advantage is not so strong (such as population heterogeneity for pharmaceutical testing).

In conclusion, innovative vibrancy is not sufficient in the absence of strong downstream global links and of a keen concern for leverage and value capture from the innovations by the domestic economy.

Table ronde

Options pour le système français d'innovation

Daniel Malkin

Les exercices de comparaison internationale, sur la base d'indicateurs, des systèmes de recherche et d'innovation ont inévitablement leurs limites. La similitude d'indicateurs d'input ou de performances entre divers pays peut masquer des différences sensibles de gouvernance et de financement des systèmes de recherche et d'innovation, dues à des spécificités institutionnelles ou à des caractéristiques structurelles. Tourner cette difficulté par l'élaboration d'indicateurs composites ne fait que masquer encore davantage la complexité et la diversité des systèmes. Mais il n'en reste pas moins, naturellement, que les indicateurs restent d'une grande utilité, dans la mesure où ils demeurent des révélateurs de forces ou faiblesses et le complément indispensable d'analyses plus qualitatives.

La gouvernance est un point clé dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques de recherche, qu'il s'agisse de la définition de priorités, de mécanismes de financement, d'autonomie des institutions de recherche et d'évaluation. Les modes de gouvernance restent assez variés dans les pays de l'OCDE. Pour autant, on voit de « meilleures » pratiques se dégager : le développement de conseils paritaires regroupant les institutions de recherche, des représentants des pouvoirs publics et des entreprises pour la définition d'axes prioritaires ; la recherche d'un meilleur équilibre entre financements institutionnels et financements de projets par appel d'offres concurrentiels ; une plus grande autonomie des institutions, parallèlement à la mise en place de procédures d'évaluation plus rigoureuses et transparentes.

Au-delà de leurs différences, tous les pays développés sont aujourd'hui confrontés à trois grandes questions. D'abord, quelle doit être la place accordée à la recherche fondamentale ? Trop souvent, elle semble déconnectée de la sphère économique. Mais, en réalité, la frontière entre recherche fondamentale et recherche appliquée devient de plus en plus floue, comme le montre l'exemple des nanotechnologies. Ensuite, comment enrayer le ralentissement des vocations aux carrières scientifiques, un phénomène qui touche tous les pays de l'OCDE ? Enfin, comment mettre en place un système d'évaluation de la recherche ? Sur ce point, la France aurait beaucoup à apprendre du Royaume-Uni ou de la Nouvelle-Zélande, où l'allocation des fonds publics est en partie liée aux résultats des laboratoires.

Nicole Le Querler

À propos de la réforme du système universitaire, un vrai changement de mentalité a eu lieu au cours des 4 à 5 dernières années au sein des universités françaises : les rapports aux entreprises, à l'argent et à la recherche appliquée évoluent progressivement. Pour permettre aux universités de mieux contribuer à la réussite du système français d'innovation, elle a proposé quatre grandes pistes de réformes.

Avant tout, une plus grande autonomie de gestion est indispensable. Si les présidents d'universités ont un pouvoir considérable en interne, ils restent en effet en position défavorable vis-à-vis des acteurs extérieurs. Une véritable autonomie supposerait que les universités disposent d'un réel pouvoir de recrutement, de la capacité de faire des choix budgétaires et d'en rendre compte, de la capacité de passer des contrats avec les collectivités locales et les entreprises, et enfin qu'elles mettent en place des partenariats plus équitables avec les organismes de recherche, en particulier avec le CNRS.

Ensuite, une stratégie de grande ampleur doit être entreprise pour éviter la fuite des cerveaux hors de France. D'une part, il est nécessaire de retenir les jeunes chercheurs en France, en augmentant le nombre de bourses de recherche et en améliorant les perspectives d'emploi après la thèse. D'autre part, il faut prendre des mesures pour attirer les chercheurs étrangers.

Le budget général de la recherche devrait également être augmenté, pour sauver les universités de la pauvreté, et mieux distribué, de façon à soutenir les projets innovants issus de la base.

Enfin, la réforme devrait s'accompagner d'une réorganisation du système de recherche public et de mesures propres à favoriser la collaboration avec le secteur privé. Dans cette perspective, il serait souhaitable de créer un ministère de plein exercice regroupant l'enseignement supérieur, la recherche et l'innovation, auquel seraient rattachées les universités. Il faudrait aussi que les acteurs locaux – entreprises, centres de recherche, universités – puissent se regrouper au sein de structures couvrant des aires géographiques variables, en fonction de leurs besoins.

Jean-Yves Mérimodol

Les universités ont beaucoup de plus de marge de manœuvre qu'on ne le dit communément. Les lois de 1968 et 1984 permettent aux universités de passer des contrats, de déposer des brevets en leur nom, de créer des filiales privées, de passer des conventions ou des contrats avec l'État, les collectivités et les entreprises. Les statuts de l'université, fixés par ses conseils, peuvent donner aux présidents le choix de leur équipe de direction, ce qui est l'une des conditions minimales de bonne gouvernance. Les possibilités d'embauche des personnels sur ressources propres, dans le cadre des Services d'activités industrielles et commerciales (SAIC), sont souples. Les universités, contrairement aux organismes de recherche, ne sont pas soumises à un contrôle financier a priori, mais à

des contrôles a posteriori. Certaines universités font déjà usage de ces capacités, réduites mais pas négligeables, d'autonomie. Encourageons celles-ci à le faire avec toujours plus d'audace et souhaitons que les autres utilisent mieux leurs possibilités.

Les réformes sont néanmoins nécessaires. L'affaiblissement de l'État ouvre la voie à un renforcement du rôle, donc de la responsabilité, des universités pour toutes leurs missions. L'autonomie scientifique, pédagogique et de gestion (création des diplômes, organisation interne, répartition des moyens, budget global, propriété des locaux) est à approfondir, ce qui nécessite, à côté de mesures législatives en nombre très limité, des décisions pratiques ou réglementaires. Ce sujet ne peut être éternellement différé. Les universités ont des histoires différentes, et sont installées dans des contextes économiques et sociaux différents. C'est pourquoi chacune doit avoir un projet stratégique clair et spécifique, tenant compte de son environnement et de ses capacités, base du dialogue avec ses divers partenaires, et avec l'État pour la répartition des moyens publics. C'est en théorie possible avec les actuels contrats quadriennaux, mais il faut qu'ils soient plus différenciés et plus stratégiques. Le financement public devrait encourager des prises de risque, tout en introduisant une part de compétition.

On nous annonce des réformes concernant la recherche. Les choix politiques, quels qu'ils soient, doivent être énoncés avec clarté. Par (contre)-exemple, il n'est guère sérieux de dire à la fois que l'on va renforcer le rôle d'opérateur de recherche des universités, des grandes écoles, des organismes, tout en créant une agence de financement de la recherche. Ces annonces sont auto-contradictoires : il faut choisir la direction vraiment retenue, et assumer ce choix. De la même façon, on ne peut dire que l'on doit simplifier, pour le rendre plus lisible, le paysage institutionnel de la recherche et de l'enseignement supérieur et proposer que l'on rajoute aux organismes, écoles et universités, des pôles de types variés (au choix : de recherche et d'enseignement supérieur ; de compétitivité ; d'excellence ; de compétences ...), ce qui conduira à un empilement de superstructures fédératives et confédératives, dont on est sûr qu'il est sans équivalent ailleurs dans le monde. Le problème à traiter est moins de créer de nouvelles institutions que de redonner des missions claires et précises à celles qui existent, en facilitant leur regroupement sur la base d'un volontariat qui peut être encouragé. Il faut en finir avec la confusion entre partenariat et dilution des responsabilités. De ce point de vue, le statut des unités mixtes de recherche doit évoluer pour qu'un, et un seul, des partenaires ait la responsabilité pleine et entière de la gestion et de l'orientation de ces unités. Il s'est certes noué de nombreuses collaborations entre institutions qui se connaissaient mal, notamment entre certains organismes de recherche (comme le CEA, l'INRA ou l'INRETS) et les universités. Mais ces partenariats nouveaux ne peuvent rester figés dans un mode de fonctionnement mal adapté qui complique à la fois la gestion et la rapidité de décision. Les universités devraient faire sur ce sujet des propositions leur permettant de prendre toutes leurs responsabilités en ce domaine.

L'idée, a priori heureuse, d'expérimentation est défendue avec trop de consensus pour ne pas mériter un commentaire. Tout d'abord cette expérimentation est déjà possible et a été déjà pratiquée. Mais l'expérience de ces 20 dernières années montre que ce fut en général sans rigueur (pas de protocole d'expérience, pas de système d'observation) et presque toujours sans tirer de bilan (que l'expérience soit généralisée ou abandonnée). Cette expérimentation de l'expérimentation permet d'y voir une façon de se défaire sur les acteurs de terrain de décisions qui ne leur appartiennent pas toujours. Il est plus

efficace que la loi, plutôt que de se réfugier derrière un concept mal défini, prévoit des solutions ouvertes, facilitant la diversité des applications locales. On peut parfois douter de cette volonté tant les gouvernements et les législateurs, puis les ministères qui élaborent décrets et arrêtés, aiment à fixer les détails de second ordre, qui finissent par imposer l'uniformisation. Dans un tel contexte, le concept d'expérimentation se transforme vite en un refuge commode pour justifier le statu quo, tout en évitant de porter le poids politique du conservatisme.

Dominique Guellec

L'approche des systèmes d'innovations européens doit mieux prendre en compte la distinction, énoncée par Frédérique Sachwald, entre « recherche globale » (plus fondamentale) et « recherche locale » (plus appliquée). Cette distinction est pertinente dans la mesure où le contrôle et le financement de la recherche doivent être cohérents avec l'échelle, notamment géographique, des retombées scientifiques ou économiques attendues. Le premier type, par exemple un laboratoire de physique quantique, nécessite un financement européen et/ou national. Le second, comme un projet d'amélioration de la qualité du cuir en Catalogne, suppose un financement local, dans la mesure où les besoins locaux sont mieux connus de la région ou du département que des pouvoirs publics européens. Cette répartition des rôles est encore trop rarement respectée aujourd'hui, avec des effets défavorables sur la gestion des projets. À cet égard, il est clair qu'une plus grande autonomie des universités dans la répartition des fonds pourrait rendre le système beaucoup plus cohérent et réactif.

Une seconde distinction concerne le financement national et le financement européen. Le grand débat sur la recherche en France a montré que les acteurs ne cherchaient des solutions que dans le cadre strictement national. Or l'Europe disposera bientôt d'un budget dédié à la recherche de l'ordre de 10 milliards d'€, et il est impératif que la France fasse entendre son point de vue à Bruxelles sur ces questions si elle veut que sa recherche en bénéficie.

L'importance croissante de l'échelon européen ne signifie pas qu'il faille oublier les « succès importants » enregistrés par la France dans le passé au travers de sa politique de grands programmes. Mais les grands programmes de l'avenir seront nécessairement européens, et plus seulement « franco-français ».

Le renforcement de la collaboration entre États membres suppose enfin de mettre en place des outils adaptés. Ce n'est pas encore le cas. Il n'existe pas aujourd'hui, par exemple, de véritable « brevet européen ». La procédure actuelle de reconnaissance auprès de l'Office européen des brevets suppose des frais très élevés de traduction, 24 000 € en moyenne pour un brevet en 8 langues. En conséquence, les PME européennes brevettent peu. L'accord de Londres sur les brevets, signé en 2001, prévoit certes de supprimer la coûteuse procédure de traduction, mais la France bloque pour l'instant la ratification du texte, car la traduction est une source importante de revenus pour quelques agences : cet arbitrage se fait au détriment de l'ensemble de l'industrie française.

Marion Guillou

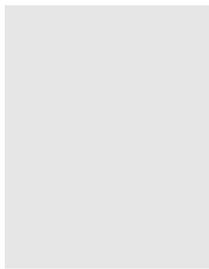
La recherche est, par définition, productrice de connaissances et, dans le cas de la recherche finalisée, les connaissances originales produites concernent des domaines d'activité bien identifiés. Limité à l'origine à l'agriculture et aux industries qui lui sont liées, le champ d'investigation de l'INRA a été progressivement élargi aux recherches vétérinaires, forestières et hydrobiologiques. Le portefeuille de compétences disciplinaires ainsi constitué s'articule sur les sciences de la vie, mais aussi sur les sciences économiques et sociales, les mathématiques et l'informatique appliquées, les sciences de l'environnement, les sciences de l'aliment,...

Cet ensemble de compétences a permis à l'INRA d'évoluer avec la société et le rôle qu'y joue l'agriculture, ou dans le cadre de l'appui aux politiques publiques et à la gestion des biens publics. L'émergence des priorités que constituent par exemple l'environnement, l'évolution à long terme des ressources naturelles et de la biodiversité ou la sécurité et la qualité de l'alimentation, a profondément renouvelé les finalités de la recherche agronomique.

Cette mission de recherche finalisée ou « orientée » oblige l'INRA à relever plusieurs défis.

1. Être en capacité de formuler, avec l'ensemble des acteurs concernés, les questions de recherche.
2. Être en capacité de mobiliser des équipes de recherche, de l'INRA comme d'autres organismes, sur des questions de recherche essentiellement complexes, traitées la plupart du temps par des approches interdisciplinaires. C'est d'ailleurs l'enjeu de la mise en place de trois programmes fédérateurs, adossés aux trois priorités de l'INRA que sont l'agriculture, l'alimentation et environnement et territoire.
3. Développer, avec les partenaires, une fonction « prospective », à la fois sur les fronts de science et les attentes sociétales.
4. Développer enfin un continuum d'apprentissage entre recherche, formation et diffusion, et contribuer à la dynamique de l'innovation au bénéfice de l'ensemble des opérateurs.

Pour maintenir la nécessaire cohérence entre les missions données et les activités exercées, enjeu encore plus évident pour un organisme de recherche finalisée, l'évaluation apparaît être le mécanisme principal à consolider : partie intégrante de la stratégie de l'institut, tout autant que puissant « moteur d'action » pour les chercheurs.



Annexes

Programme de la conférence du 4 octobre 2004

8h30

ACCUEIL

8H45 - 9H00

INTRODUCTION

Jean-Pierre BOISIVON, Délégué général de l'Institut de l'entreprise

9H00 - 10H00

L'ATTRACTIVITÉ DE LA FRANCE POUR LES ACTIVITÉS DE R&D

Président : **Pascal COLOMBANI**, Directeur associé, AT Kearney

Frédérique SACHWALD, Responsable des études économiques, IFRI

Discutant : **Nicolas DEMASSIEUX**, Directeur de la recherche Europe, Motorola SAS

Débat avec la salle

10H00 - 11H30

TABLE RONDE

LES ENJEUX DE L'ÉVOLUTION DU SYSTÈME FRANÇAIS D'INNOVATION

Animateur : **Philippe LARÉDO**, École nationale des Ponts et Chaussées, réseau PRIME

Christian BLANC, Député des Yvelines, auteur du rapport « L'écosystème de la croissance – Un nouvel environnement pour la compétitivité des territoires », remis au Premier ministre en mars 2004

Bertrand COLLOMB, Président de Lafarge

Pierre TAMBOURIN, Directeur général du Génopôle d'Évry

Jean THERME, Directeur de la Recherche technologique du CEA

Thierry WEIL, École des Mines, Directeur de FutuRIS

Débat avec la salle

11h30 - 11h50

Pause

11H50 - 13H00

**RÉSEAUX MONDIAUX DE CONNAISSANCE ET SYSTÈMES D'INNOVATION :
LE CAS DES ÉTATS-UNIS**

Président : **Pascal COLOMBANI**, Directeur associé, AT Kearney

Stefanie A. LENWAY, Professeur à Carlson School of Management, Minnesota

Thomas P. MURTHA, Professeur associé à Carlson School of Management, Minnesota

Discutant : **Bruce KOGUT**, Professeur à l'INSEAD

Débat avec la salle

Programme

14H15 - 15H30

ÉVALUATION DES RÉFORMES DU SYSTÈME ALLEMAND D'INNOVATION

Président : **Frédérique SACHWALD**, Responsable des études économiques, IFRI

Frieder MEYER-KRAHMER, Directeur du Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI, Karlsruhe

Discutant : **René LASSERRE**, Président de l'Université de Cergy-Pontoise, directeur du Centre d'Information et de Recherche sur l'Allemagne contemporaine

Débat avec la salle

15H30 - 16H30

L'EXPÉRIENCE RÉCENTE DE LA SUÈDE

Président : **Daniel MALKIN**, Directeur de l'Unité de la politique scientifique et technologique à l'OCDE

Thomas ANDERSSON, Président de l'IKED (International Organization for Knowledge Economy and Enterprise Development)

Discutant : **Yves L. DOZ**, Professeur à l'INSEAD

Débat avec la salle

16H50 - 18H30

TABLE RONDE OPTIONS POUR LE SYSTÈME FRANÇAIS D'INNOVATION

Animateur : **Philippe LARÉDO**

Dominique GUELLEC, Économiste en chef, Office européen des brevets

Marion GUILLOU, Présidente de l'INRA

Nicole LE QUERLER, Présidente de l'université de Caen Basse-Normandie

Daniel MALKIN, Directeur de l'Unité de la politique scientifique et technologique, OCDE

Jean-Yves MÉRINDOL, Président sortant et professeur à l'Université Louis Pasteur de Strasbourg

Débat avec la salle

Biographies des intervenants

- THOMAS
ANDERSSON Thomas Andersson a débuté sa carrière comme chercheur à l'Industrial Institute for Economic and Social Research de Stockholm. Après un passage au ministère de l'Industrie et du Commerce suédois, il rejoint en 1996 l'OCDE, qu'il quitte en 2001 pour prendre la présidence de l'International Organization for Knowledge Economy and Enterprise Development (IKED). Il est également président de la Jönköping University, où il enseigne l'économie internationale.
- LOÏC
ARMAND Ancien élève de l'École Nationale d'Administration, inspecteur des Finances, Loïc Armand rejoint le groupe l'Oréal en 1984 ; il en est aujourd'hui le directeur général en charge des relations extérieures.
- CHRISTIAN
BLANC Diplômé d'études politiques, Christian Blanc préside la Mutuelle Nationale des Étudiants de France avant de s'engager en politique auprès de Michel Rocard. Directeur de cabinet d'Edgar Pisani à la Commission européenne (1981-1983), il entame ensuite une carrière préfectorale, d'abord dans les Hautes-Pyrénées puis en Seine-et-Marne, avant d'être appelé en 1988 par Michel Rocard, alors Premier ministre, pour rétablir le dialogue en Nouvelle-Calédonie. À partir de 1989, il mène une carrière de dirigeant d'entreprise, à la tête de la RATP, d'Air France puis de Merrill Lynch France. Fondateur du club « L'Ami public », où il milite en faveur d'une réforme de l'État, il est élu en décembre 2002 député des Yvelines. Il est l'auteur d'un récent rapport au Premier ministre consacré aux pôles de compétitivité (« Pour un écosystème de la croissance », mars 2004).
- BERTRAND
COLLOMB Ancien élève de l'École Polytechnique et de l'École des Mines de Paris, titulaire d'un Ph. D. de Management de l'Université du Texas, Bertrand Collomb rejoint Lafarge en 1975 après un parcours de dix ans dans l'administration. Nommé en 1985 directeur général de Lafarge Corporation, filiale nord-américaine du groupe, il devient président-directeur général du groupe Lafarge en août 1989 ; en mai 2003, il quitte la direction générale pour demeurer président du conseil d'administration. Membre de l'Institut de France (Académie des Sciences morales et politiques), il est également président de l'Association française des Entreprises privées, du World Business Council for Sustainable Development et de l'IFRI. Il est l'auteur d'un récent article paru dans la revue *Sociétal* (n° 46, 4^e trim. 2004) sous le titre « Nos grands groupes sont-ils encore français ? ».
- PASCAL
COLOMBANI Ancien élève de l'École Normale Supérieure de Saint-Cloud, agrégé de physique et docteur ès sciences, Pascal Colombani a débuté sa carrière au CNRS, avant de rejoindre le groupe Schlumberger. Nommé directeur de la

technologie au ministère de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie en 1998, il est nommé en 2000 administrateur général du CEA. En 2003, il rejoint le cabinet AT Kearney, en tant que directeur associé, où il travaille notamment sur les questions d'innovation.

NICOLAS
DEMASSIEUX

Ancien élève de l'École Nationale Supérieure des Télécommunications, Nicolas Demassieux y débute sa carrière en tant qu'enseignant chercheur au sein du laboratoire « circuits intégrés ». Nommé professeur en 1991, puis chef du département Électronique, il rejoint Motorola en 1997 pour développer les centres de recherche des « Motorola Labs », qu'il a dirigés jusqu'en 2001, y développant trois laboratoires dans le domaine des télécommunications mobiles (systèmes de 3^e génération et au-delà, Internet mobile et réseaux locaux sans fil). Directeur Europe des centres de recherche « Motorola Labs » depuis 2002, il supervise également le centre de recherche situé en Angleterre.

YVES
DOZ

Ancien élève de HEC, diplômé de l'Université de Harvard, Yves L. Doz débute sa carrière académique à la Harvard Business School. En 1981, il rejoint l'INSEAD, où il est aujourd'hui titulaire de la Timken Chair of Global Technology and Innovation. Yves L. Doz a publié de nombreux articles et ouvrages sur la stratégie d'entreprise et l'innovation, et notamment, en collaboration avec Jose Santos et Peter Williamson, de *From Global to Metanational: « How Companies Win in the Knowledge Economy »* (Harvard Business School Press, 2001).

DOMINIQUE
GUELLEC

Économiste, Dominique Guellec a travaillé plusieurs années à l'OCDE, où il était en charge du service des indicateurs scientifiques et techniques, chargé d'harmoniser et de publier les statistiques relatives aux sciences et aux techniques de 30 pays industrialisés en ce qui concerne, notamment, la recherche-développement, les ressources humaines, l'innovation et les brevets. En janvier 2004, il a rejoint l'Office Européen des Brevets, dont il est le Chief Economist.

MARION
GUILLOU

Ancienne élève de l'École Polytechnique, docteur en physico-chimie des bio-transformations et ingénieur du génie rural, des eaux et des forêts, Marion Guillou a occupé notamment les fonctions de déléguée régionale à la recherche et à la technologie des Pays de la Loire et d'attachée agricole à l'ambassade de France au Royaume-Uni avant d'être nommée, en 1996, directrice générale de l'alimentation au ministère de l'Agriculture. En août 2000, elle prend la direction générale de l'Institut National de la Recherche Agronomique, dont elle devient présidente en juillet 2004.

BRUCE
KOGUT

Titulaire d'un Ph. D. en Management international de la Sloan School of Management du MIT, Bruce Kogut a enseigné plusieurs années à Wharton avant de rejoindre l'INSEAD en 2003. Il a été chercheur et professeur invité au CRG de l'École Polytechnique, à la Stockholm School of Economics, à l'université Humboldt et au Santa Fe Institute. Il a publié de nombreux articles et récemment : « *The Global Internet Economy* » (ed. MIT Press,

2003) ; « Corporate Governance and International Capital Flows » (en coll. avec Peter Cornelius, Oxford University Press, 2003).

PHILIPPE
LARÉDO

Diplômé de HEC, Philippe Larédo soutient en 1980 sa thèse d'économie à l'EHESS. Il est directeur de recherches à l'École Nationale des Ponts et Chaussées et professeur à l'Université de Manchester. Philippe Larédo est membre des comités de rédaction de *Science I Public Policy* et *Research Evaluation*. Il est l'auteur de nombreuses publications sur les politiques publiques (régionales, nationales et européennes) de recherche et d'innovation.

RENÉ
LASSERRE

Titulaire d'un doctorat d'études allemandes modernes et contemporaines, René Lasserre débute sa carrière universitaire à l'université de Paris-III. Secrétaire général puis directeur du Centre d'Information et de Recherches sur l'Allemagne contemporaine, il est élu en 1994 professeur à l'université de Cergy-Pontoise, qu'il a présidée entre 1999 et 2004. Auteur de nombreuses publications sur l'économie et les relations sociales allemandes, il est également directeur de la rédaction de *Regards sur l'économie allemande*.

STEFANIE
ANN LENWAY

Titulaire d'un Ph. D. de l'université de Berkeley, Stefanie Ann Lenway est professeur à la Carlson School of Management de l'université du Minnesota. Elle est notamment l'auteur de *Managing New Industry Creation : Global Knowledge Formation and Entrepreneurship in High Technology* (Stanford University Press, 2001), et de plusieurs articles publiés dans *Strategic Management Journal*, *Academy of Management Journal*, ou *International Organization*. Elle est membre du Board of Governors de l'Academy of Management, et Fellow de l'Academy of International Business.

NICOLE
LE QUERLER

Agrégée de lettres classiques, Nicole Le Querler est professeur de linguistique à Caen, où elle dirige depuis 1999 le D.E.A. de sciences du langage. Directrice des Presses universitaires de Caen et membre du Conseil National des Universités de 1998 à 2001, elle est élue présidente de l'université de Caen Basse-Normandie en juillet 2001. Elle a été présidente du pôle universitaire normand de 2002 à 2004, et préside depuis 2003 le Polytechnicum de Normandie. Au plan national, elle est élue à la Conférence permanente des présidents d'université, vice-présidente de la Commission des moyens et des personnels de cette conférence, et membre du Comité National d'Initiative et de Proposition pour la Recherche Scientifique, dont elle préside l'un des quatre groupes, en charge des propositions sur l'organisation globale de la recherche publique en France.

DANIEL
MALKIN

Diplômé de l'École Polytechnique, de l'université de Berkeley et de l'université de Pennsylvanie (Wharton School), Daniel Malkin a occupé plusieurs fonctions dans l'administration française avant de rejoindre, en 1986, l'OCDE, dont il dirige aujourd'hui la division de la politique scientifique et technologique au sein de la direction de la science, la

technologie et l'industrie. Les activités qu'il conduit portent sur la comparaison internationale et l'évaluation des politiques scientifiques et technologiques et des politiques d'innovation des pays membres de l'OCDE. Elles contribuent à l'identification de pratiques exemplaires et à l'élaboration de recommandations à l'intention des gouvernements.

JEAN-YVES
MÉRINDOL

Ancien élève de l'École Normale Supérieure, agrégé de mathématiques et docteur ès sciences, Jean-Yves Mérindol a débuté sa carrière universitaire à l'université d'Angers, avant d'être élu professeur à l'université de Strasbourg-I - Louis-Pasteur. Président de cette université de 1997 à 2002, il siège depuis 2003 au sein du Comité National d'Évaluation. Il est l'auteur de nombreux articles de recherche en géométrie algébrique.

FRIEDER
MEYER-
KRAHMER

Après des études d'économie, de mathématiques et de sciences politiques à Heidelberg, Bonn et Frankfurt, Frieder Meyer-Krahmer a enseigné l'économie de l'innovation à l'université de Stuttgart et à l'université Louis-Pasteur de Strasbourg. En 1990, il est nommé directeur du Fraunhofer Institut, fonction qu'il occupe jusqu'à sa nomination à Berlin, en février 2005, comme secrétaire d'État au ministère fédéral de l'Éducation et de la Recherche.

THOMAS P.
MURTHA

Titulaire d'un Ph. D. de la New York University, Thomas P. Murtha enseigne à la Carlson School of Management de l'université du Minnesota après avoir occupé diverses fonctions dans l'industrie de la publicité. Il est notamment l'auteur de *Managing New Industry Creation: Global Knowledge Formation and Entrepreneurship in High Technology* (Stanford University Press, 2001), et collabore régulièrement au *Journal of International Business Studies*, où il couvre les sujets relatifs à la technologie et à l'innovation.

GRÉGOIRE
POSTEL-VINAY

Ancien élève de l'École Polytechnique et de l'École des Mines de Paris, Grégoire Postel-Vinay dirige l'Observatoire des Stratégies Industrielles du ministère de l'Économie et des Finances.

FRÉDÉRIQUE
SACHWALD

Docteur en économie (EHESS, 1989), M. Phil. en économie de Cambridge University (1984) et diplômée de l'Institut d'études politiques de Paris (1982), Frédérique Sachwald est responsable des études économiques à l'IFRI, professeure associée à l'Université Paris-Nord et membre du CEPN. Elle a publié de nombreux articles et ouvrages sur les entreprises multinationales et leurs interactions avec les systèmes nationaux de production et d'innovation. Elle a notamment travaillé sur les accords interentreprises et sur l'internationalisation de la R&D industrielle. En 2004, elle a publié *La Croissance française 1950-2030 : le défi de l'innovation* (en coll. avec L. Miotti, IFRI/ La Documentation française).

PIERRE
TAMBOURIN

Ancien élève de l'École Polytechnique, directeur de recherche à l'INSERM, Pierre Tambourin a dirigé de 1989 à 1992 la section de biologie de l'Institut Curie, puis, de 1993 à 1997, le département des sciences de la vie

Biographies des intervenants

du CNRS. En 1998, il devient directeur général du Génopôle d'Évry. Il est par ailleurs président du Centre d'Étude du Polymorphisme Humain et du conseil d'administration de l'École Normale Supérieure de Cachan, après avoir présidé, de 1998 à 2003, le Conseil scientifique de l'INRA.

JEAN
THERME

Ancien élève de l'Institut National Polytechnique de Grenoble (INPG), Jean Therme a débuté sa carrière au sein de grands groupes industriels comme Philips, Thomson et Alcatel. Il rejoint le CEA en 1992, en tant que chef de département de microélectronique du LETI. Dans le cadre de ses fonctions, il prend la direction du groupement d'intérêt économique Gressi rassemblant le CEA et France Télécom/CNET, ainsi que celle du Joint Programm Gressi/SGS-Thomson. En 1999, il est nommé directeur du CEA-LETI. Depuis octobre 2000, il assume également la direction du CEA-Grenoble. Partisan d'une recherche en microélectronique bâtie à l'échelle européenne, il est l'initiateur du projet MINATEC, soutenu par le CEA et l'INPG.

THIERRY
WEIL

Docteur en physique et ingénieur général des mines, Thierry Weil a occupé différentes fonctions dans la R&D et le conseil technique au sein du groupe Thomson (aujourd'hui Thales). De 1991 à 1995, il a dirigé les centres de recherche et la formation de troisième cycle à l'École des Mines de Paris. Depuis 1995, il travaille sur le management de l'innovation et de la technologie, notamment sur l'identification, l'utilisation et l'intégration de compétences extérieures à l'entreprise. Conseiller technique auprès du Premier ministre de décembre 2000 à mai 2002, en charge de la recherche, de la technologie et de la propriété industrielle, il dirige depuis mai 2004 l'opération FutuRIS de prospective sur le système français de recherche et d'innovation.

Remerciements

La préparation de la conférence du 4 octobre 2004 a bénéficié de l'efficace concours d'Edwige Chassagneux, alors en stage à l'IFRI ; quant au travail de transcription réalisé par Emmanuel Bétry, il a été d'une aide précieuse pour la préparation de cette publication. Que tous deux veuillent bien trouver ici l'expression de nos remerciements.

