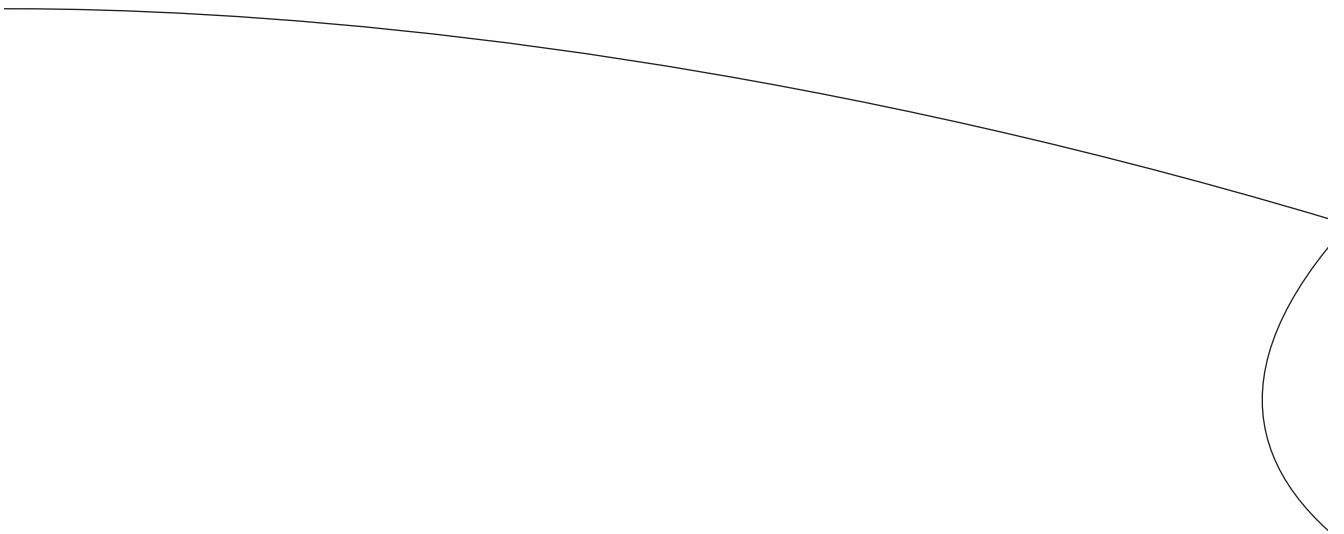


# **LA RECHERCHE ET L'INNOVATION**



Notes de Benchmarking international



© Institut de l'Entreprise, 2002

Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et d'exécution  
réservés pour tous les pays

Directeur de la publication : Jean-Pierre Boisivon, Délégué général de l'Institut de l'Entreprise

# **LA RECHERCHE ET L'INNOVATION**

**Sous la direction de Denis Randet**

**Notes de Benchmarking international**  
novembre 2002



**institut de l'entreprise**



## INTRODUCTION

Tous les pays modernes ont désormais des politiques de recherche et d'innovation. Le motif est unanime : l'innovation est le principal moteur de l'économie. Les habitudes le sont moins : il n'y a en effet, pour un sujet aussi lié à la vie d'un pays, pas de modèle qui puisse être appliqué indépendamment de situations économiques, sociales, culturelles, qui ont souvent de profondes racines nationales. Par exemple, oublier à quel point les rapports d'une université américaine avec le monde économique ont toujours différé de ceux d'une université française serait manquer un point essentiel.

C'est pourquoi nous avons voulu éclairer cette question importante et compliquée par des lumières venant de quelques pays avec lesquels les comparaisons peuvent avoir le plus de sens, grâce à ce que nous avons de fondamentalement commun avec eux : avoir été aux avant-postes du développement scientifique et technique depuis les débuts de la révolution industrielle. Nous avons choisi les quatre cas suivants à partir de quelques considérations *a priori* :

- Les Etats-Unis, référence universelle, premier de la classe depuis une bonne soixantaine d'années (malgré des crises vite surmontées), avec une accélération particulièrement sensible dans la dernière décennie.
- La Grande-Bretagne, qui a une tradition brillante, mais dont à la fois et l'industrie et la recherche publique ont été particulièrement secouées depuis 20 ans : deux éléments favorables à l'émergence d'une politique nouvelle.
- L'Allemagne, où la science et la technique ont toujours tenu une place très grande, et qui raisonne en termes d'organisation collective cohérente, ce qui en fait un pays où les modèles sont bien explicités.
- La Suède, qui présente un peu les mêmes caractéristiques, mais qui a vécu plus tôt la nécessité d'internationaliser une grande part de ses activités, en avance sur le mouvement de la mondialisation, parce que ni son marché ni ses capacités de production n'étaient à la taille de ses talents.

Les articles qui suivent sont des œuvres individuelles, et non celles d'organisations spécialisées : nous avons préféré des opinions fortes à des moyennes d'opinions.

Chaque lecteur se fera la sienne. Peut-être serez-vous frappé, comme je l'ai été, par la difficulté de tous les systèmes d'innovation à concilier organisation et mouvement, court et long terme, initiative privée et publique. La meilleure synthèse paraît bien être réalisée aux Etats-Unis, tout au moins aux meilleurs endroits des Etats-Unis : on arrive à y faire cohabiter la créativité et les moyens, avec notamment des universités qui échappent au piège de la dispersion en équipes sous-critiques ; l'organisation et le goût du risque, avec une extraordinaire

## LA RECHERCHE ET L'INNOVATION

confiance faite aux acteurs. Sait-on assez en France qu'un projet peut, à la seule condition de la crédibilité de son auteur, obtenir presque immédiatement de la DARPA (*Defense Advanced Projects Research Agency*) un soutien de 1 à 2 millions de dollars ?... Et que la même DARPA sera prête, un ou deux ans plus tard, à multiplier sa mise par 10 si le projet tient ses promesses ? C'est en le sachant qu'on peut apprécier l'impact futur de l'augmentation actuelle des crédits américains « de défense ».

Pour nous, une partie de la réponse est dans la construction de l'Europe et la coordination des politiques nationales. Une autre – que je n'ose qualifier de plus immédiate – est d'appliquer les diagnostics qui recommandent, presque unanimement :

- de décloisonner le système, en faisant travailler ensemble ceux qui appartiennent à des milieux ou à des spécialités différents ;
- de créer les conditions d'un travail efficace en choisissant nos priorités et en y consacrant les moyens nécessaires – ce qui s'obtiendra en partie par coopération. Et en réduisant ou en éliminant les procédures inutiles, grâce au pari de la confiance.

L'éducation et la formation précèdent et accompagnent tout cela. C'est un des soucis majeurs que l'on peut se faire pour l'avenir, dans les riches pays d'Occident. « *Lawyer* » plutôt que savant ; l'image est trop simple, mais la réalité est que les Etats-Unis eux-mêmes ne s'en sortent qu'en attirant les talents extérieurs. Une société qui repose de plus en plus sur la technique peut-elle la négliger sans s'exposer à de dangereuses instabilités ?

C'est un des aspects de l'exigence de cohérence qui devrait être, sur ces terrains compliqués, le premier des repères : si l'innovation est aussi importante qu'on le dit, il faut agir en conséquence.

Pourra-t-on le faire sans un sentiment de nécessité ? Pour reprendre l'exemple américain, l'effort d'investissement et de coopération interne dont nous voyons les effets aurait-il été lancé sans la pression d'une double menace au début des années 1980, celle, militaire, des Russes, celle, civile, des Japonais ? Le risque majeur n'est-il pas aujourd'hui, pour nous comme pour la plupart des Européens, l'absence de perception de la menace ?

**Denis Randet**

*Délégué général de l'Association Nationale  
de la Recherche Technique (ANRT)*

# 1 TECHNOLOGIES ET DÉVELOPPEMENT : DES INGRÉDIENTS DE LA SUPERPUISSANCE AMÉRICAINE

---

Les Etats-Unis sont aujourd'hui « la » superpuissance du monde des sciences et des techniques : il suffit d'observer année après année leur razzia sur les Prix Nobel, leur puissance d'attraction sur quantité de bons cerveaux, jeunes ou moins jeunes, qui s'y expatrient, l'efficacité technique de leurs forces armées au cours de conflits récents, ou encore la prééminence de bon nombre de leurs entreprises sur le marché mondial et dans les domaines technologiques les plus avancés pour s'en persuader. Un tel développement scientifique et technique a joué dans leur ascension au premier rang des puissances économiques mondiales, un rôle important, sinon essentiel, sans doute depuis au moins un siècle, et, en tout cas, depuis la seconde guerre mondiale. Peut-on trouver là un modèle pour notre pays, dans le cadre d'une Europe en construction, ou, à tout le moins, y a-t-il quelques recettes que l'on puisse lui emprunter ?

## I. QUELQUES CHIFFRES ET ORDRES DE GRANDEUR

Impossible, quand on se penche sur le panorama de la recherche et du développement aux Etats-Unis – la R&D pour utiliser un acronyme finalement bien commode – de ne pas être frappé par un premier aspect : le gigantisme. Avec environ 2,6 % de leur produit national brut consacré à la R&D, les Etats-Unis se placent certes très honorablement dans le peloton de tête parmi les pays industrialisés, devant la France, mais ils se situent quand même derrière le Japon ou la Suède. Malgré cela, leur PNB est tel qu'on arrive au total à des sommes tout à fait gigantesques, qui alimentent les laboratoires de recherche américains. Qu'on en juge : les chiffres préliminaires pour la dernière année fiscale écoulée, l'an 2000, s'établissent à environ 265 milliards de dollars, soit autant que l'ensemble des six autres pays du G7, Japon, Allemagne, France, Angleterre, Italie et Canada réunis ! On rétorquera que le gigantisme n'est pas forcément synonyme d'efficacité : « *small is beautiful* ». Certes. Mais il a ses avantages. Une énorme « entreprise de recherche » comme l'université du Massachusetts Institute of Technology, pour prendre un exemple, avec 900 professeurs et un budget annuel de 1,4 milliard de dollars, peut se permettre d'offrir une excellente recherche aussi bien en sciences fondamentales qu'en ingénierie, en économie, en sciences humaines et en management ; et le tout sur un même campus,

## LA RECHERCHE ET L'INNOVATION

ce qui favorise beaucoup les interactions entre spécialistes et les découvertes aux interfaces entre les disciplines, là où elles sont souvent les plus fructueuses ; tout cela, sans compter une solide infrastructure administrative, capable de gérer des relations de plus en plus nombreuses, mais complexes, avec le monde industriel.

Rien n'a pu ralentir la montée en puissance de la R&D américaine au cours du demi-siècle passé, ni la faiblesse de la croissance du début des années 70, ni la courte mais dure récession du début de la décennie 90. Elle a bien connu quelques plateaux, mais jamais de décroissance brutale, alors qu'on aurait pu s'y attendre, dans un pays qui n'est pas renommé pour sa lenteur à réagir aux problèmes économiques. Il faut cependant remarquer que c'est bien l'industrie qui a fourni le véritable moteur de cette ascension : jusqu'à la fin des années 80, elle dépensait à peu près autant que l'autre financier majeur, le Gouvernement fédéral. Par contre, en 2000, elle l'a largement dépassé avec un effort double du sien, exactement 68 % contre 26 %. L'idée est donc bien ancrée chez les chefs d'entreprise américains, pourtant souvent taxés d'avoir la vue courte, que la croissance interne passe par l'innovation technologique, et donc par un de ses ingrédients majeurs, la R&D. Seules, des difficultés majeures peuvent les amener à couper leurs budgets de recherche. Et quand ils le font, souvent plutôt brutalement, ils sont aussi rapides à les augmenter lorsque l'horizon économique s'éclaircit.

On ne saurait oublier trois autres acteurs, au chapitre des financements. Les universités ont prélevé pour financer leur recherche en l'an 2000 une somme totale, non négligeable, de quelque six milliards de dollars, sur les revenus de leurs « *endowments* », c'est-à-dire de leur patrimoine mobilier ou immobilier ; une cagnotte qui atteint parfois plusieurs dizaines de milliards de dollars, grâce aux dons des anciens. Les Etats apportent aussi leur écot, pour environ trois milliards de dollars. Enfin, les fondations privées, troisième acteur, typiques du paysage américain, jouent un rôle conséquent, avec près de six milliards de dollars de financement, avant tout pour la recherche médicale à l'image des fondations Rockefeller, Ford, W.K.Kellogg, Arnold and Mabel Beckman ou MacArthur, ou encore du Howard Hughes Medical Institute.

## 2. LE RÔLE DU GOUVERNEMENT FÉDÉRAL

Sa part du financement de la R&D ne cesse de s'amenuiser mais, pour autant, il serait faux de croire que son rôle diminue en proportion, car le quart du budget total de R&D qu'il apporte va d'abord et avant tout à trois secteurs cruciaux : la recherche des universités, qui est le plus souvent fondamentale, la défense et la santé.

Privées ou publiques, les universités comptent en effet, pour la quasi-totalité de leur recherche, sur des contrats passés avec des agences fédérales : avant tout les *National Institutes of Health*, pour les sciences de la vie ; la *National Science*



*Foundation*, pour un spectre très large de spécialités allant des sciences « dures » à l'ingénierie, en passant par les sciences sociales ; la NASA, et enfin les ministères techniques, au premier rang desquels le Département de la défense mais aussi, à un moindre titre, ceux de l'énergie, des transports, de l'agriculture, du commerce et de l'éducation. Des 70 milliards de dollars des fonds fédéraux en 2000, plus de 50 sont allés aux équipes universitaires, avant tout sous la forme de contrats individuels, passés avec un chercheur, pour qu'il se rémunère partiellement, finance quelques étudiants et chercheurs post-doctoraux, s'achète du matériel et participe aux frais généraux de son université.

C'est la formule qu'utilise la *National Science Foundation*, agence de financement, et qui n'a pas de laboratoire propre. Une partie de ses fonds va à quelques programmes de « *big science* », comme le *Large Hadron Collider*, le réseau de stations d'observation des tremblements de terre, le développement de super-ordinateurs qui ne trouveraient pas un marché suffisant pour intéresser un constructeur privé, les bases de recherche en Antarctique, les grands télescopes ou encore, les forages océaniques profonds. Mais, pour l'essentiel, ce sont les étudiants, les futurs professeurs de mathématiques et de sciences du secondaire ainsi que les chercheurs qui profitent de sa manne.

Les *National Institutes of Health* agissent, de leur côté, de façon mixte : ils ont leurs propres laboratoires à Bethesda, dans la banlieue de Washington, mais ils consacrent plus des quatre cinquièmes de leurs ressources à financer presque toutes les recherches en biologie des universités et des hôpitaux américains. Ils peuvent jouer simultanément sur ces deux tableaux, avec un budget qui croît très rapidement : la santé fait l'unanimité en tant que priorité nationale, aussi bien dans le public qu'au Congrès. Doublé entre 1990 et 2000, ce budget continue encore de croître à un rythme annuel de plus de 13 %.

Le troisième gros intervenant sur ces financements fédéraux est bien entendu le Département de la défense, qui en consomme près de la moitié. C'est un pourcentage important, mais qui a été encore beaucoup plus élevé par le passé. Il atteignait près des trois quarts pendant la guerre de Corée et plus des deux tiers pendant la décennie 80, sous l'impulsion du Président Reagan, à l'époque de la « guerre des étoiles ». Passant nettement sous la barre des 50 % après le démantèlement de l'URSS, il devrait remonter après les événements de septembre 2001. Mais le Département de la défense n'a que peu de laboratoires propres, comme celui de la Navy à Washington, et il leur consacre moins du quart de ses dépenses de R&D. En revanche, il fait travailler de très nombreuses équipes, aussi bien dans l'industrie, pour de gros contrats de développement d'avions, de fusées, d'équipements de combats... que dans les universités, pour une recherche plus fondamentale. La célèbre DARPA a la réputation de gérer de façon très efficace ces contrats de recherche qu'elle sous-traite. Il n'est pas exagéré de prétendre que la position des Etats-Unis en électronique, en logiciels, en automatique, en matériaux avancés ou même en management des processus industriels est largement héritée des contrats de la défense. Et s'il n'y avait

qu'un seul exemple à citer, ce serait bien celui de l'internet, né d'un réseau d'ordinateurs monté par la DARPA.

Le panorama serait incomplet si on passait sous silence les laboratoires fédéraux qui ont connu leur période de gloire avec le développement de l'arme atomique, dans les années 40 et jusqu'à la fin de la guerre froide, les Los Alamos, Brookhaven, Sandia ou Oak Ridge..., rangés dans la rubrique des *Federally Funded Research and Development Centers*. Gérés par l'industrie privée ou par des universités, ils dépendent pour la quasi-totalité du Département de l'énergie, seul responsable du nucléaire militaire. Et s'ils représentent encore 13 % du budget fédéral de R&D, un pourcentage en stagnation, leur avenir n'est pas assuré. Ils essaient d'offrir leurs services à l'industrie, notamment leurs énormes capacités de calcul, mais ils doivent lutter contre leur propre lourdeur administrative, héritée de leur passé. Quant au Gouvernement fédéral, maintenant que l'arme atomique a perdu de sa priorité absolue, il se passerait bien de certains d'entre eux, sans avoir pour l'instant pris le risque de les fermer.

### 3. LA RECHERCHE SUR LES CAMPUS

Privées ou d'Etat, les universités, et en tout cas au moins cent cinquante d'entre elles sur un total d'environ 3 500, constituent des acteurs incontournables de la recherche fondamentale américaine dont elles assurent plus de la moitié, avec des budgets considérables. Ils vont de près d'un demi-milliard de dollars pour la première d'entre elles, à encore plus de 90 millions pour celle qui se classe centième ! Sauf exception, les chercheurs y conduisent à la fois leur recherche et leur enseignement : l'opinion prévaut aux Etats-Unis que les meilleurs enseignants, au moins dans les programmes de doctorat, sont ceux que leur recherche oblige à se tenir au courant des derniers développements dans leur domaine scientifique, et réciproquement, qu'un chercheur gagne beaucoup à devoir faire passer son savoir à de plus jeunes. On ne trouve donc de chercheurs à temps plein, dans le secteur public américain, qu'aux *National Institutes of Health* et dans quelques autres grands laboratoires fédéraux évoqués dans les lignes qui précèdent. Et encore, beaucoup d'entre eux enseignent à temps partiel ou encadrent des thésards.

Les enseignants-chercheurs doivent faire face à une concurrence féroce, faire montre d'assez d'agressivité pour « décrocher » des contrats auprès des agences fédérales ou des industriels, encadrer leurs équipes, gérer leurs budgets, publier, décider de breveter ou non leurs découvertes, d'en assurer eux-mêmes le développement ou de le confier à l'université... On dit parfois que la chasse aux contrats fait perdre un temps précieux qu'un bon chercheur pourrait utiliser de façon plus productive. C'est sans doute, effectivement, un des inconvénients du système, encore qu'il n'ait pas, loin s'en faut, fait vraiment baisser le niveau de créativité des chercheurs universitaires américains. Au chapitre des avantages, c'est une très forte incitation à rapprocher la recherche

universitaire de l'industrie, au bénéfice des deux parties. On trouve d'ailleurs là une tradition qui remonte assez loin dans le temps : beaucoup des universités d'Etat ont été créées vers la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, sous l'impulsion du Président Lincoln, pour introduire les technologies les plus récentes dans l'industrie et l'agriculture du pays, et le qualificatif d'A&M – pour *Agriculture and Mechanics* – qu'elles sont nombreuses à avoir adopté marque bien cette orientation. L'agriculture américaine constitue certainement une des meilleures « *success stories* » des contributions positives d'une coopération intense avec la recherche universitaire.

Dès que la réglementation antitrust s'est assouplie, sous la présidence Reagan, au début des années 80, les consortiums de recherche réunissant universités et industrie se sont multipliés. La *National Science Foundation* avait financé les premiers, en créant le concept des *Industry University Cooperative Research Centers* – et elle continue encore de le faire – mais beaucoup sont nés sous la seule impulsion d'équipes universitaires assez entrepreneuriales pour « se vendre » et attirer un financement industriel. On parle là, bien évidemment, de recherche pré-compétitive, située encore assez loin du développement industriel pour que le partage des résultats entre concurrents soit possible. Une solide infrastructure administrative et une autonomie réelle sont incontestablement des ingrédients indispensables au succès de telles entreprises, pour gérer les ressources, acheter le matériel, ou encore recruter des chercheurs le temps de la vie du consortium..., toutes opérations pour lesquelles les universités américaines sont très bien armées, même les universités d'Etat. Il faut ajouter que les entreprises non américaines jouissent d'un accès pratiquement sans restriction à ces consortiums : aucun des grands pétroliers, qu'ils soient ou non américains, ne manque à l'appel dans ceux de Stanford University ou de Texas A&M consacrés aux technologies pétrolières offshore ; non plus qu'aucun des grands chimistes mondiaux dans ceux qui traitent des techniques modernes, comme la polymérisation radicalaire ou en atmosphère super-critique.

Les relations ne sont pourtant pas toujours faciles entre industries et universités : quand il s'agit de régler les questions de propriété industrielle, ces dernières ont souvent un appétit que leurs partenaires industriels, après avoir financé leur recherche, trouvent exagéré. Les exemples de redevances substantielles que perçoivent certaines universités sur leurs brevets aiguisent évidemment les appétits.

#### **4. DANS LES LABORATOIRES DE L'INDUSTRIE**

Cela vaut la peine d'essayer de savoir ce qui s'y passe, même si les secrets y sont de mieux en mieux gardés, puisque c'est là que se font les trois quarts de la R&D américaine ; en réalité, il s'agit avant tout du développement, car le temps n'est plus où les Bell Labs pouvaient se permettre de laisser une totale liberté à leurs

## LA RECHERCHE ET L'INNOVATION

chercheurs et les laisser explorer à leur guise les domaines de leur choix, aussi fondamentaux soient-ils. Ainsi, c'est dans leurs murs qu'a été mis en évidence le rayonnement électromagnétique cosmique, relique des premiers temps après le « *Big bang* ». Aux universités, sur crédits fédéraux, de porter la recherche fondamentale : c'est là le souhait des industriels, maintenant que la compétition mondiale et l'ouverture des marchés ont balayé les situations de quasi-monopole et asséché les « vaches à lait ».

Un vent – on peut même dire une tempête – de rationalisation a soufflé sur les laboratoires industriels américains au début des années 90, obligeant les chercheurs à s'intégrer dans des équipes pluridisciplinaires, aux côtés d'ingénieurs de fabrication, de commerciaux ou de spécialistes de la qualité. Le raccourcissement des délais entre la conception et la commercialisation d'un produit, sans nuire à sa qualité, est l'impératif numéro un, dans des industries comme l'électronique où la durée de vie d'un appareillage est à peine plus longue que celle d'un papillon ! Les laboratoires centraux ont donc été démantelés et les équipes de chercheurs se sont dispersées dans les unités de production. Quant aux technologies de l'information, elles ont bouleversé le panorama encore plus profondément : plusieurs équipes, parfois séparées par des milliers de kilomètres, peuvent maintenant travailler simultanément 24 heures sur 24 sur un même problème, grâce à des écrans d'ordinateurs répartis autour de la planète. Prises en tenaille entre leurs concurrents des pays émergents et des consommateurs décidés à payer leurs produits au moindre coût, les industries américaines ont fait subir à leur recherche une cure sévère et leur modèle a vite débordé les frontières.

Mais, avec l'aisance financière revenue dans la seconde moitié des années 90, des interrogations ont surgi sur les vertus d'un « *market pull* » exclusif, et le balancier a commencé à s'immobiliser pour montrer quelques signes de vouloir repartir en sens inverse : n'était-on pas en train de tuer l'esprit d'innovation en mettant les chercheurs sous la coupe exclusive des gens du business ? Les laboratoires centraux n'étaient-ils pas le creuset des grandes innovations, de celles qui marquent des ruptures technologiques et assurent un gain de compétitivité durable ? La question en était là quand on a vu la croissance subir un coup d'arrêt, les ressources devenir rares... et la réponse s'est trouvée reportée à plus tard.

Les ressources nécessaires au financement de leur R&D proviennent des profits réalisés par les entreprises industrielles, à quelques exceptions notables cependant, venues des industries proches de la défense, comme l'avionique et les missiles, ou encore de la santé, comme l'instrumentation scientifique : les premières reçoivent du Gouvernement fédéral près des deux tiers de leurs budgets de R&D et les secondes, au moins un tiers. Ailleurs, on affiche le plus souvent une forte méfiance à l'égard des fonds publics, qui sont assortis de contraintes administratives. L'industrie préfère une mesure fiscale, reconduite depuis deux décennies par le Congrès sous la forme d'un crédit d'impôts égal à 20 % de l'augmentation, d'une année sur l'autre, des dépenses de R&D. Ce seront ainsi

près de cinq milliards de dollars supplémentaires qui vont aller à la recherche industrielle.

## 5. PROMOUVOIR ET EXPLOITER L'INNOVATION

On trouve aux Etats-Unis, comme partout, d'ailleurs, des dizaines de sociétés qui se flattent d'insuffler à leurs clients un esprit de créativité. Mais aux Etats-Unis comme ailleurs, le véritable innovateur est rare, mariage heureux d'une culture familiale de curiosité et d'un environnement ouvert aux nouveautés, même si la société américaine est, plus que d'autres, encline à accepter les innovations technologiques dans la vie de tous les jours, l'ordinateur personnel hier, l'interne et le courrier électronique aujourd'hui.

Dans les grandes entreprises, le plus important est de repérer les esprits innovateurs et de leur donner le moyen de s'épanouir, comme du temps libre et un budget « *blue sky* ». Dans les universités, il faudra leur permettre de prendre un congé sabbatique pour se lancer dans l'exploitation des fruits de leur recherche. Ce modèle d'enseignant chercheur-entrepreneur, plutôt rare en Europe, mérite qu'on s'y attarde, car il est à la fois très caractéristique du paysage de l'innovation américaine et particulièrement productif. Il ne s'est pas développé sans difficultés. Les universités, et d'abord les universités d'Etat, financées sur deniers publics, rechignent en effet à compromettre leur mission de diffusion de l'information dans le public : une thèse doit être publiée, faute de quoi son auteur, et avec lui son université, perd le bénéfice de sa renommée dans le monde scientifique ; mais dès cette publication, il devient impossible de breveter les découvertes qu'elle peut contenir. Il a donc fallu mettre en place des mécanismes complexes, avec des délais de publication permettant la prise de brevets, et donc des équipes spécialisées dans la propriété intellectuelle ; tout comme des règles d'éthique sévères pour sauvegarder les droits de l'université et de chacun des intervenants de l'invention, y compris des « petites mains », étudiants et chercheurs post-doctoraux associés aux travaux de leur patron.

Le terrain ainsi déblayé, les universités américaines s'y sont lancées hardiment, encouragées par les exemples célèbres de quelques grands parcs technologiques nés aux portes de plusieurs d'entre elles, comme la Route 128 à Boston, à proximité du MIT et de Harvard, comme le Research Triangle Park en Caroline du Nord, ou encore comme la Silicon Valley autour de Stanford University, en Californie. Ancrage dans le milieu économique, redevances sur les exploitations de leurs brevets, prestige créant un cercle vertueux d'attraction des meilleurs étudiants et enseignants, tous ces facteurs ont joué à plein : n'oublions pas qu'aux Conseils d'administration des universités siègent des industriels, des légistes, des banquiers, et qu'elles sont, au moins pour les plus grandes, gérées comme de véritables entreprises. On a donc vu fleurir, dès le début des années 80, des incubateurs, sur le modèle de l'un des plus anciens, l'*Advanced Technology Development Center* d'Atlanta : locaux, moyens informatiques lourds partagés,

## LA RECHERCHE ET L'INNOVATION

laboratoires d'analyse communs, aide juridique ou commerciale de la part d'enseignants de l'université voisine, Georgia Tech..., tout ceci a créé un environnement favorable à l'éclosion de nouvelles sociétés, et la formule a connu un réel succès, là comme dans d'autres incubateurs. Les parcs scientifiques, plus vastes et destinés à des entreprises déjà sorties des limbes, se sont aussi multipliés à proximité des grandes universités, comme le Central Florida Research Park, créé en 1978 et qui abrite maintenant 80 entreprises de l'optoélectronique ou de la simulation, intéressées par le vivier d'ingénieurs que forme l'université voisine et l'aide que les enseignants peuvent leur apporter comme consultants.

Le Gouvernement fédéral a apporté sa pierre à l'édifice, le *Small Business Innovation Research Program*, conçu pour promouvoir l'innovation dans les sociétés de moins de 500 employés. Il est géré par les onze agences fédérales dont le budget annuel de recherche dépasse 100 millions de dollars, et financé par un prélèvement de 2,5 % sur leur propre budget. Malgré des protestations, le législateur américain a tenu bon, pour obliger ces agences à sortir de leur tour d'ivoire et à s'ouvrir sur une communauté de recherche, quelquefois dérangeante mais toujours particulièrement innovante, celle des petites entreprises, qui font par ailleurs travailler plus de la moitié de la main-d'oeuvre du pays et contribuent dans la même proportion à son PIB. Malgré quelques succès éclatants, comme celui de Microsoft, leur contribution aux innovations reste limitée par leurs difficultés à lever des fonds ; non pas tellement dans une phase tout à fait initiale, celle de l'idée mise sur le papier, ni dans l'étape finale de la commercialisation, une fois qu'un produit a été reconnu valable, mais entre les deux, dans la « *Death Valley* », la traversée du désert du développement. Ni les capitaux à risque, ni les banques, ne s'estiment capables de bien évaluer les chances de succès pendant cette phase, et elles sont réticentes à s'y impliquer.

Le SBIR cherche à combler cette lacune. Les entreprises retenues se voient d'abord attribuer une aide plafonnée à 100 000 dollars pour démontrer en six mois la faisabilité de leur projet. Un quart d'entre elles recevront ensuite jusqu'à 750 000 dollars, pour le développer sur une durée de vingt-quatre mois... Aux capitaux privés de prendre ensuite la relève. Au total, c'est 1,3 milliard de dollars qui ira au SBIR cette année, provenant pour moitié du Département de la défense, et pour un quart des NIH. Cela représente un peu plus de 1 % des dépenses de R&D du Gouvernement fédéral, avec des résultats presque unanimement appréciés.

La communauté du Capital-risque, autre caractéristique du paysage américain de l'innovation ne voit pas dans le SBIR une concurrence déloyale, car elle puise souvent dans ce vivier d'innovateurs. Le montant de ses investissements est d'ailleurs d'une toute autre ampleur. Il fluctue évidemment avec la conjoncture économique et, si l'année 2000 avait été un excellent cru, avec quelque cent milliards de dollars, un record absolu, 2001 sera sans doute moins brillant, avec l'effondrement d'une partie des sociétés de l'internet, le ralentissement

économique et les événements de septembre. Mais les perspectives restent brillantes, dans un pays où le goût du risque et l'attrait du gain sont fortement ancrés dans la culture, d'autant que des mesures fiscales récentes pour diminuer les droits de succession devraient soutenir ce secteur. Quant aux domaines générateurs de plus-values, si celui des technologies de l'information n'a pas encore dit son dernier mot, celui de la santé recèle des perspectives quasi-illimitées, et la lutte contre le bioterrorisme viendra encore les renforcer.

Le rôle du Gouvernement fédéral évoqué plus haut ne doit surtout pas faire oublier celui des Etats. Même s'il est plus difficile à cerner, car plus divers et plus diffus, il est important par sa proximité des acteurs et non négligeable par le montant des financements mis en oeuvre : de l'ordre de trois milliards de dollars par an. Une telle implication des Etats ne doit pas étonner, quand on sait que les universités publiques dépendent d'eux et qu'ils sont intéressés au plus haut point par leur rôle dans l'économie. Ils sont passés maîtres dans l'art de faire travailler ensemble chercheurs universitaires et industrie, grâce à une stratégie bien huilée de « *matching funds* » : ils doublent, par leurs financements, les ressources que les universités trouvent auprès des industriels. Mais ils vont plus loin, pour pallier la rareté des fonds disponibles dans les toutes premières années de la vie d'une jeune entreprise, avant l'intervention du Capital-risque. L'exemple vient de la Massachusetts Technology Development Corporation : depuis près d'un quart de siècle, elle a investi avec succès, dans l'Etat du Massachusetts et avec l'argent de ses contribuables, sa « *seed money* ». Des dizaines de sociétés du même genre se sont ainsi créées, pour agir seules ou doubler des capitaux à risque privés, ou encore pour encourager les fonds de retraite des employés de l'Etat à en faire autant.

## 6. DES FORCES ET DES FAIBLESSES DU SYSTÈME

La description qui précède laisse peut-être l'impression d'une voie clairement tracée sous la seule autorité du Gouvernement fédéral..., ce qui serait alors un reflet bien imparfait de la réalité. Car le maître mot pour l'orientation des actions de R&D aux Etats-Unis, c'est bien la multiplicité des intervenants. Le Gouvernement fédéral a certes un rôle, mais il est loin d'être seul en ligne. Il ne s'est d'ailleurs jamais vraiment résolu à se doter de ce qui serait l'équivalent des ministères de la recherche dans beaucoup d'autres pays : le Président est bien assisté d'un *Office of Science and Technology Policy*, mais son directeur n'a pas rang de ministre ; et s'il l'aide à coordonner les actions des différents Départements techniques au sein du *National Science and Technology Council*, c'est avant tout pour que les budgets reflètent quelques très grandes orientations, par exemple la reprise des efforts pour la défense cette année 2001, sans pour autant diminuer ceux consentis à la santé ; ou encore, comme c'était le cas au début des années 60, une très forte priorité accordée à l'espace... Les Départements techniques ont, en revanche, une marge d'initiative et de manoeuvre très large pour définir



leurs priorités dans le détail, les défendre devant le Congrès et conduire ensuite leurs actions de R&D.

Mais d'autres acteurs entrent en jeu pour orienter les efforts, et en premier lieu le Congrès. Il n'est pas question pour lui d'adopter en bloc le budget fédéral de la R&D. Entre janvier et le début de l'année budgétaire américaine, en octobre, les budgets sont décortiqués par plusieurs commissions de la Chambre et du Sénat : c'est d'elles que vont émaner les textes votés ensuite par les deux Chambres, dans les mêmes termes, et on imagine l'attention que pourra porter au budget de R&D du Département de la défense le représentant d'un État où sera, ou non, conçu puis développé un nouveau type d'armement. Le projet de budget du Président est souvent ainsi profondément modifié : on a vu, par exemple, ces dernières années, le Congrès majorer considérablement les crédits réservés à la santé, sous la pression des électeurs.

Les associations scientifiques, fortes de leurs centaines de milliers d'adhérents, jouent aussi leur partition. L'impact d'une prise de position publique par celle de l'électronique, IEEE, ou par AAAS, l'*American Association for the Advancement of Science* est à la mesure de leurs 350 000 et 180 000 électeurs. L'*American Chemical Society* ne cache pas le moins du monde son souci de défendre publiquement, avec OLGA, les moyens de la recherche dans son secteur, et plus généralement, la profession de chimiste. OLGA, c'est son *Office of Legislative and Government Affairs*, qui envoie de temps à autre un « fellow » chimiste travailler auprès d'un sénateur... Les Représentants américains ont la réputation d'être plus facilement à l'écoute de leurs électeurs que de l'état-major de leur parti ! Quant aux trois académies, des Sciences, d'Ingénierie et de Médecine, puissamment organisées autour des permanents du *National Research Council*, leurs avis sont d'autant plus écoutés qu'elles n'hésitent pas à prendre position sur les sujets les plus concrets.

Pagaie et cacophonie que tous ces avis, toutes ces prises de position qui troublent un peu notre esprit cartésien ? Peut-être, mais il faut plutôt y voir une force, celle de faire « remonter » rapidement les propositions du terrain et de ne pas manquer quelques évolutions majeures par trop de centralisation et trop peu de critique. Après tout, on ne peut pas dire que la recherche américaine ait manqué beaucoup de virages ! Ne s'est-elle pas, par exemple, engouffrée sans retard dans la génomique, avant les autres ou, en tout cas, avec plus de détermination ?

A côté de l'ampleur de ces financements, la R&D américaine bénéficie de ce qu'ils sont pour beaucoup mobiles. En effet, le Gouvernement fédéral n'a que peu de laboratoires propres, peu de chercheurs qu'il faut « faire vivre », quoi qu'il arrive et quelle que soit leur spécialité, comme c'est un peu le cas dans les grands laboratoires du Département de l'énergie. La NSF, les NIH et le Département de la défense peuvent ainsi mobiliser rapidement des crédits considérables pour orienter de nouvelles équipes et explorer des voies nouvelles, comme ils l'ont fait avec succès pour l'intelligence artificielle, la supraconductivité ou la micro-



électronique, en leur temps, ou encore pour la génomique ou les nanostructures ces dernières années. Le schéma ne vaut, évidemment, que si la majorité des équipes a la capacité de s'adapter ; mais celles des universités ont maintes fois fait la preuve qu'elles la possèdent. La concurrence féroce à laquelle elles font face quotidiennement leur a donné une remarquable faculté d'adaptation.

La faiblesse du système est peut-être à rechercher du côté de la formation des scientifiques et des ingénieurs. Les Américains sont sévères pour leurs enseignements primaire et secondaire, et, tout particulièrement, pour la façon dont on y apprend les sciences et les mathématiques, trop tôt optionnelles et enseignées par des professeurs mal payés et mal préparés. On ne doit cependant pas perdre de vue que le système d'enseignement américain est extrêmement hétérogène, car très décentralisé, et qu'on trouve à la fois le pire, dans des banlieues défavorisées, et le meilleur, dans les agglomérations les plus riches ou dans le privé. Autre souci, souvent cité, celui d'une certaine désaffection des jeunes à l'égard des études universitaires en sciences ou en ingénierie. Là encore, cette inquiétude n'est pas sans fondements. Les jeunes sont rationnels, et ils savent bien que leur chances de devenir riches et puissants passent plutôt par une carrière d'avocat, de médecin ou d'économiste que par celle de spécialiste des quarks ou des décimales du nombre Pi..., encore qu'on puisse n'en pas être tout à fait certain dans ce dernier cas ! Ceci explique assez bien pourquoi un tiers des candidats à un diplôme de second cycle choisit les sciences ou l'ingénierie aux Etats-Unis, contre la moitié en Allemagne ou les deux tiers au Japon.

Les Etats-Unis ont clairement pris la mesure du premier problème et, là encore, des débuts de solution viennent d'un peu partout, dans ce qui peut apparaître comme une approche désordonnée, mais qui montre bien l'implication de nombreux acteurs. La NSF finance un programme d'amélioration de la formation des enseignants dans les universités, en mathématiques et en sciences. Pour les trois académies nationales, c'est également un souci prioritaire : elles travaillent à rendre plus attractifs aussi bien les manuels scolaires que les programmes de ces disciplines. Même les industriels se mettent de la partie : des dizaines de sociétés envoient leurs ingénieurs dans les écoles proches de leurs laboratoires, pour donner aux élèves le goût des sciences, ou reçoivent les professeurs en stage, l'été, pour compléter leur formation. On peut y voir à la fois le souci louable de se comporter en « bons voisins » mais aussi, à plus long terme, celui de s'assurer d'une future main-d'œuvre scientifique de qualité.

Quant au nombre de futurs scientifiques et ingénieurs, personne n'est vraiment trop inquiet : l'immigration y a jusqu'ici pourvu. Les universités américaines, grâce à un immense prestige international, fruit de leur qualité, ont un tel pouvoir d'attraction dans le monde entier, que la moitié des diplômés d'un PhD américain en sciences et ingénierie sont étrangers, contre moins d'un tiers en France. Et pourtant, la vie d'un étudiant de PhD aux Etats-Unis est loin d'être facile. Comme il est le plus souvent financé sur un contrat passé avec une agence fédérale ou une entreprise privée, son professeur tient à faire « travailler dur » cette

## LA RECHERCHE ET L'INNOVATION

main-d'oeuvre assez peu payée. Les non-américains forment aussi plus de la moitié des chercheurs post-doctoraux non-américains. Et ces diplômés ont une très forte tendance à demeurer dans le pays. Quant aux scientifiques confirmés, les Etats-Unis en ont vu déferler des vagues successives, que l'autonomie des universités a permis de toujours bien accueillir, après quelques grandes convulsions internationales, guerres ou révolutions, depuis les Werner Von Braun, les Hongrois d'après 1956 et les Tchèques d'après 1968... jusqu'aux Russes d'après l'implosion de l'URSS. Et si l'immigration s'arrêtait, et si les pays émergents devenaient assez développés pour garder leurs propres élites scientifiques, et si le modèle culturel américain perdait de sa force d'attraction..., tout est évidemment possible, mais ce n'est sans doute pas pour demain, et il faudra attendre que l'Europe des sciences et des techniques se soit bâtie pour que se crée un réel contrepoids à la superpuissance de l'Amérique dans ces domaines.

**Jacques Bodelle**

*Ancien Conseiller scientifique  
à l'Ambassade de France à Washington*

## 2 RECHERCHE ET INNOVATION AU ROYAUME-UNI

Il n'existe pas, au Royaume-Uni, de « système » unique et clairement défini pour l'innovation. Une connexion de réseaux prévaut sur un système à planification centrale. Le Gouvernement se plaît à affirmer qu'il contrôle l'innovation et il s'en attribue le mérite, mais la majeure partie des industriels ne sont pas de cet avis.

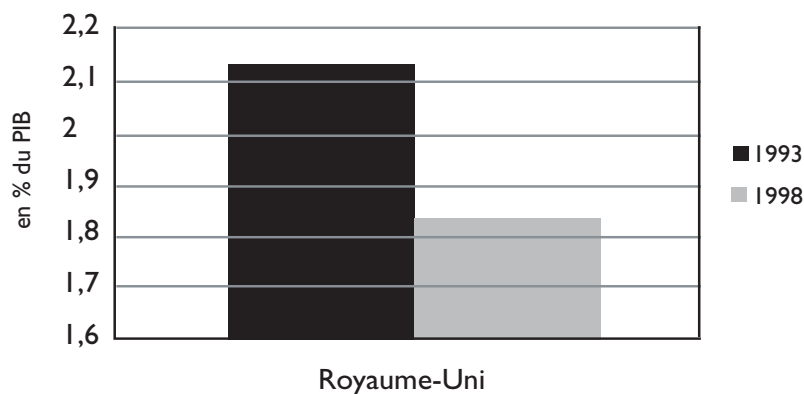
Pour faire le point sur l'approche britannique de l'innovation technologique, il nous faut examiner :

- ses sources de financement ;
- la mise en œuvre de la recherche ;
- le parcours vers le marché.

### I. LES SOURCES DE FINANCEMENT

Tout travail de recherche et de développement (R&D) coûte de l'argent (main-d'œuvre, infrastructures, équipement, petit matériel, etc.). Certains types de travaux réclament avant tout des capitaux, tandis que d'autres sont surtout exigeants en main-d'œuvre. Le délai de mise sur le marché des innovations est très fluctuant, le cycle long classique étant celui que suivent les produits pharmaceutiques ou les avions, mais une nouvelle fibre artificielle peut prendre presque autant de temps. Les diverses sources de financement ont donc des retours sur investissement variables.

**Figure 1 : ÉVOLUTION DES DÉPENSES INTÉRIEURES DE R&D EN % DU PIB AU ROYAUME-UNI (montant total de la DIRD : 15 548 millions de £ en 1998)**

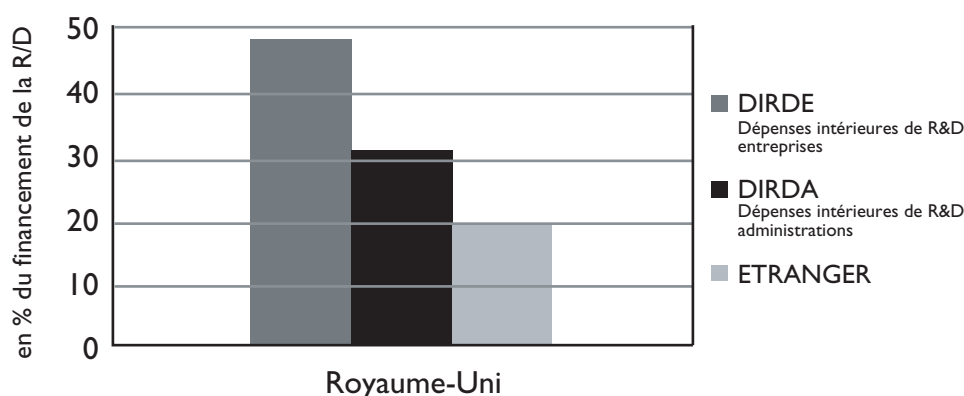


Source : OCDE

## LA RECHERCHE ET L'INNOVATION

Quoi qu'il en soit, le gouvernement et certains universitaires ont souvent bien du mal à analyser les coûts d'une invention et des étapes ultérieures jusqu'à la mise sur le marché. La répartition des coûts varie nettement d'un secteur à l'autre et d'un produit à l'autre. Dans l'industrie pharmaceutique, après les coûts importants nécessaires pour développer une nouvelle molécule active, il faut encore dépenser beaucoup d'argent et de temps pour démontrer son efficacité, vérifier ses effets secondaires et obtenir les autorisations réglementaires. Dans les industries aérospatiale, automobile et ferroviaire, et dans les activités connexes, toute innovation d'ingénierie demandera beaucoup de temps pour être intégrée aux structures et systèmes existants, et pour que les paramètres de sécurité soient établis. Dans les domaines de l'électronique et des communications, la rapidité de l'innovation n'a pas été sans poser des problèmes financiers. Les secteurs sollicitant beaucoup de capitaux (produits chimiques, métaux) ont toujours souffert de cycles au cours desquels les prix sont d'abord bas, puis à la hausse lorsque la demande rattrape la capacité de production : des investissements à grande échelle sont alors nécessaires avant qu'intervienne la baisse des prix résultant d'une surcapacité. On l'observe aussi dans le secteur des technologies de l'information et de la communication, sur fond de meilleure croissance générale.

**Figure 2 : ORIGINE DU FINANCEMENT DE LA R&D AU ROYAUME-UNI EN 1999**



Source : OCDE

### I.1 L'orientation et le financement de la recherche publique

Le gouvernement finance la recherche pour une grande part *via* des Conseils de recherche (*Research Councils*), qui subventionnent le travail effectué dans les universités (chercheurs de niveau postdoctoral, doctorants), des laboratoires appartenant au gouvernement et quelques agences gouvernementales.

Les Conseils de recherche couvrent un grand éventail de disciplines (ingénierie et sciences physiques, biotechnologie et sciences biologiques, milieu naturel,

médecine, physique des particules et astronomie). Ils fonctionnent selon un système de revue anonyme par les pairs pour répondre aux demandes de financement déposées par les universitaires.

## Les Conseils de recherche

Les Conseils de recherche, organismes publics autonomes, soutiennent les activités de R&D des universités par des contrats de recherche, des subventions et des bourses (en 2000, 15 000 bourses ont été accordées à des étudiants de troisième cycle). Leur financement (1,5 milliards de livres en 1999-2000) provient principalement de l'Office de la Science et de la Technologie (OST).

Parmi tous ces Conseils :

*BBSRC - Biotechnology and Biological Research Council,  
ESRC - Economic and Social Research Council,  
EPSRC - Engineering and Physical Sciences Research Council,  
MRC - Medical Research Council,  
NERC - Natural Environment Research Council,  
PPARC - Particle Physics and Astronomy Research Council,  
CCLRC - Council for the Central Laboratory of the Research Councils,*

l'EPSRC dispose du budget le plus important.

Les Conseils de recherche ne font pas techniquement partie du service public du Royaume-Uni, mais leur fonctionnement est assimilable à celui de l'administration. Ils sont dotés d'un personnel permanent, mais également de conseils et de sous-comités composés d'universitaires et d'industriels. Le schéma varie selon les Conseils.

Les universités font ainsi l'objet d'un double financement : en effet, ce sont des organismes distincts qui financent les infrastructures universitaires et les salaires du personnel universitaire permanent. Le pays fonctionnant de manière de plus en plus décentralisée, les systèmes de subvention des infrastructures diffèrent légèrement en Angleterre, au Pays de Galles, en Écosse et en Irlande du Nord, alors que les Conseils de recherche fonctionnent à l'échelle du Royaume-Uni.

En plus des Conseils de recherche énumérés ci-dessus, un Conseil se consacre aux sciences sociales ; il s'agit du Conseil de recherches économiques et sociales (*Economic and Social Research Council*). Cet organisme a financé des programmes d'étude importants sur certaines questions de sciences sociales, comme la nature du processus de l'innovation au Royaume-Uni. La lecture des publications rédigées ou financées par ce Conseil est particulièrement recommandée.

## 1.2 La concurrence entre universités

L'« **Exercice d'évaluation de la recherche** » (*Research Assessment Exercise*) donne un bon aperçu général de la qualité de chaque département. Réalisé tous les trois ans, il classe les départements sur une échelle de 1 à 5\*, en fondant son évaluation sur leurs publications, leurs citations, etc. Le score obtenu dans le cadre de cette évaluation affecte considérablement les financements ultérieurs. Les universités se livrent donc à une concurrence acharnée et font tout leur possible pour s'attirer les meilleurs universitaires afin d'améliorer leur classement. Des observateurs cyniques ont comparé le système à la manière dont les clubs de football achètent et vendent leurs joueurs !

Il y a quelques années, **le gouvernement a décidé d'abolir la « séparation binaire »** qui distinguait jusque là une cinquantaine d'institutions officiellement désignées par le terme d'« universités » (*universities*), d'une cinquantaine d'autres institutions officiellement appelées « instituts universitaires de technologie » (*polytechnics*). Au risque de généraliser à l'extrême, disons que les deux groupes se distinguaient par le fait que les universités faisaient de la recherche, alors que les instituts universitaires de technologie n'en faisaient pas. Les universités avaient tendance à être plus académiques et les instituts à avoir une vocation plus professionnelle. Ces deux types d'institutions ont été regroupés sous le terme d'universités et reconnus qualifiés pour demander un financement aux Conseils de recherche. En pratique, la répartition du financement des Conseils de recherche se plie nettement à la loi de Pareto, puisque les subventions reviennent à une petite sélection de départements de premier ordre, relevant d'un nombre d'universités restreint. L'émergence d'un groupement d'universités d'élite à la réputation internationale a été constatée ces dernières années ; baptisé le « *Russell Group* », ce groupe de pression est très influent au niveau du financement de la recherche.

**La pénurie croissante de talents scientifiques et techniques est un souci général dans les pays occidentaux. L'absence de barrière linguistique expose davantage la Grande-Bretagne au « *brain-drain* », mais l'aide à attirer d'autres cerveaux. Qu'en résulte-t-il ?**

D. G. : Certainement, l'absence de barrière linguistique expose la Grande-Bretagne au « *brain-drain* ». Cela a été le cas pendant au moins trente à quarante ans. Il est aussi vrai que l'on vient en Grande-Bretagne depuis les pays d'Europe pour améliorer ou perfectionner son anglais (l'inverse est plus rare, car les Anglais sont réputés pour leur faiblesse en langues étrangères), et que de plus en plus de multinationales installées en Europe continentale ont adopté l'anglais comme langue de travail. Je crois que la mobilité des chercheurs continuera d'augmenter, que ce soit par le simple effet de l'internationalisation ou grâce aux nombreuses mesures prises dans le contexte européen. Ce qu'on dit en Grande-Bretagne à propos de « *brain-drain inversé* » est lié aux restrictions américaines sur la recherche d'organismes génétiquement modifiés ; ce n'est pas évident, mais beaucoup disent que la loi récemment passée par l'administration Bush pourrait faire que cette recherche revienne au Royaume-Uni.

### 1.3 La recherche dans les entreprises

Depuis quelques années, le gouvernement (plus précisément, le ministère du Commerce et de l'Industrie) publie annuellement le montant des dépenses de R&D engagées par les entreprises dites « britanniques ». Les ministres du gouvernement attachent à cette publication plus ou moins d'importance, selon qu'ils souhaitent montrer combien la Grande-Bretagne investit pour l'avenir, ou se plaindre au contraire du sous-investissement des entreprises. Le message dépend des signaux politiques qu'ils souhaitent envoyer à un moment précis. Les données sont simplement basées sur les informations que les entreprises communiquent sur leurs dépenses de R&D, dans leurs rapports annuels, en principe selon une définition dérivée de celles de Frascati. En réalité, les chiffres divulgués représentent les dépenses totales et **ne tiennent pas compte du pays où les dépenses ont été engagées** (de nombreuses entreprises, soit-disant « britanniques », sont en fait des multinationales), ni de l'endroit où les avantages tirés de la R&D seront exploités, si bien que les statistiques sur la recherche conduite dans les entreprises sont plus fiables.

### 1.4 Les aides publiques

Un des signes de l'intervention du gouvernement dans les dépenses de R&D industrielle est le débat sans fin sur les crédits d'impôts liés à ces dépenses. Ils ont été mis en place il y a quelques années pour les petites et moyennes entreprises et, récemment, le gouvernement a annoncé son intention de les étendre aux entreprises de taille plus importante, mais les détails sont encore vagues.

Depuis longtemps, le gouvernement britannique a identifié et soutenu financièrement de grands projets d'innovation, particulièrement en temps de paix. Il y a eu des succès incontestables, mais aussi des échecs retentissants. Le débat porte sur la question de savoir si le gouvernement peut « désigner les gagnants », comme on identifie le vainqueur potentiel d'une course de chevaux. Dans le débat sur les crédits d'impôts de R&D, l'opinion pencherait pour que le gouvernement essaie d'aider les entreprises à fonctionner, comme on le fait dans d'autres pays, mais que ce soient les entreprises qui choisissent les projets et non le gouvernement. De nombreuses années seront probablement nécessaires pour trancher cette question.

### 1.5 Le financement par les entreprises

Les entreprises financent une grande part de la recherche et du développement dans leurs propres laboratoires sur leurs propres ressources. Il existe des écarts entre secteurs industriels, mais beaucoup de sociétés subventionnent des recherches menées dans les universités. Les schémas varient d'un secteur à l'autre et selon la taille des entreprises. Par exemple, beaucoup de grandes sociétés, dans le domaine de l'ingénierie et de la pharmacie, sous-traitent la R&D secondaire qu'elles ne considèrent pas commercialement secrète. Les entreprises

considèrent avant tout le processus comme une manière de faire connaissance avec les personnes qui travaillent dans les départements universitaires, dans l'optique de les recruter par la suite. A l'inverse, beaucoup de petites entreprises passent des contrats de sous-traitance avec les universités lorsqu'elles n'ont pas les moyens de s'offrir les services et le matériel nécessaires pour faire fonctionner un département interne de développement.

### 1.6 Les fondations

Les organisations caritatives exercent depuis une dizaine d'années un rôle accru dans le financement de la recherche universitaire (en particulier les organisations caritatives médicales). Aussi bien, d'ailleurs, pour le financement courant des projets que pour des investissements à plus long terme. Un fond important, le *Joint Infrastructure Fund*, a été mis en place à l'initiative de la *Wellcome Foundation* (une grande organisation caritative à base médicale), avec cofinancement du gouvernement, pour fournir un mécanisme qui permette de réinvestir dans les locaux et le matériel universitaires après 20 à 30 ans de sous-investissement.

Le gouvernement finance aussi le travail mené dans ses propres laboratoires, ou dans des agences qui étaient autrefois des laboratoires publics. Pendant les guerres de 1914-18 et 1939-45, de nombreux établissements publics furent mis en place, souvent (mais pas exclusivement) en rapport avec la défense et les questions militaires. Les autres domaines concernaient la qualité des aliments et de l'eau, la normalisation et la météorologie, les services publics et les télécommunications, l'alimentation et l'agriculture, le transport, l'urbanisme, etc. La plupart de ces établissements ont été privatisés au cours des quelque vingt-cinq dernières années. Beaucoup continuent à recevoir des subventions de la part du gouvernement britannique, mais ils doivent également lever des fonds auprès d'autres sources (l'industrie, l'Union européenne, etc.).

La privatisation de nombreux services publics (gaz, électricité, téléphone, etc.) a conduit à une réduction significative des dépenses technologiques internes par les entreprises issues de privatisation. Le débat est ouvert pour savoir s'il s'agit d'une bonne ou d'une mauvaise chose (par exemple, British Gas prenait autrefois à sa charge le travail de développement des cuisinières à gaz : on pourrait objecter que celui-ci aurait dû être fait par les fabricants de cuisinières). Quoi qu'il en soit, une chose est certaine : une bonne partie de la recherche autrefois financée par les bénéfices qu'engendrait le monopole sur la fourniture de ces services n'est plus assumée. On peut à ce propos établir un parallèle avec les Etats-Unis, la scission d'AT&T et ses effets sur les Bell Labs.

### 1.7 Limites des interventions publiques

Dans le contexte politique et médiatique du Royaume-Uni, les politiques n'ont guère de chance d'obtenir une couverture médiatique positive ou de recueillir des suffrages grâce à la science et à l'innovation. Le choix de l'emplacement d'un grand laboratoire de rayonnement synchrotron baptisé « Diamant » en offre un exemple récent. Il était



destiné à remplacer une très ancienne installation située à Daresbury, au nord-ouest de l'Angleterre. Le débat était de savoir si le nouveau laboratoire devait être construit sur le même site, ou au sud de l'Angleterre, près d'Oxford. Il s'agissait là d'une décision politique complexe, d'autant plus que plusieurs autres partenaires (dont la France) étaient impliqués et que beaucoup de ceux qui sont situés à l'extérieur du « Triangle d'or » de la science (qui relie Oxford, Cambridge et Londres) trouvent qu'il est déjà favorisé par le gouvernement. Finalement, il fut décidé que l'installation serait établie près d'Oxford. La décision provoqua une importante controverse médiatique et politique, notamment parce que le nord-est de l'Angleterre est l'une des places fortes du parti actuellement au pouvoir. Mais lorsque le ministre des Sciences annonça un autre soutien au nord-ouest, cela attira peu l'attention des médias. La science fait plus facilement perdre des suffrages qu'elle n'en fait gagner.

**Que reste-t-il de l'influence des pouvoirs publics ? Vous semblez assez sceptique : manque d'information, d'argent, de moyens d'action...**

D. G. : Je suis un peu sceptique quant à l'effet de la politique scientifique sur les hommes politiques, car il est difficile de croire qu'ils peuvent y gagner des voix. La Grande-Bretagne a eu dans les vingt dernières années deux ou trois excellents ministres de la Science, et beaucoup de ministres quelconques. L'actuel ministre, Lord Sainsbury, est certainement un des meilleurs que nous ayons eus depuis longtemps, et j'ai bon espoir qu'il puisse accomplir quelque chose de bien. Toutefois, le « Chancelier de l'Échiquier » (ministre des finances) garde un contrôle très serré de la dépense publique, et les priorités sont ailleurs : la gestion du Service National de Santé, les problèmes des chemins de fer, la guerre coûteuse où nous sommes engagés en Afghanistan. Malheureusement pour la science, ce sont sur ces sujets, qui font la une de l'actualité, qu'il y a des voix à gagner ou à perdre ; la science n'y parvient que rarement, et c'est quand quelque chose va mal.

**L'administration a conduit une grande « opération Foresight ». Qu'est-ce que cela a donné ?**

D. G. : Le « Foresight Exercise », assez semblable à ce qui a été entrepris dans d'autres pays a, dans certains secteurs, amélioré le dialogue entre l'industrie et le monde académique. En réalité, dans de nombreux cas (chimie, pharmacie, automobile), l'effet a été bien moindre que ce qu'ont prétendu les politiques, car le dialogue était déjà bon. Il y a eu probablement un effet dans les services, mais c'est difficile à estimer.

Ce qui est certain, c'est que le nouveau Conseiller scientifique du gouvernement, le professeur David King, a complètement changé la manière dont l'opération est organisée : il y aura moins de groupes de travail, avec des sujets plus interdisciplinaires. Si on en parle avec des gens de l'industrie, beaucoup disent que l'exercice a été utile, mais qu'ils sont incapables de quantifier cette utilité. Ils avouent aussi que la dernière chose dont ils parleront avec un concurrent est ce qui pourrait leur donner un avantage compétitif, et que cela limite clairement la portée de ce qui peut être fait.

## 2. LA MISE EN ŒUVRE DE LA RECHERCHE

La plupart des innovations technologiques qui parviennent jusqu'au marché émanent de l'industrie. Le Royaume-Uni dépense dans la R&D civile une plus faible proportion de son PIB que beaucoup d'autres pays développés. On discute souvent de savoir si cela résulte de la focalisation des marchés financiers britanniques sur les bénéfices à court terme. Pendant ces 20 ou 25 dernières années, beaucoup de grandes entreprises ont fermé leurs laboratoires centraux pour répartir le travail dans des divisions d'exploitation. On peut craindre que les pressions financières subies par les entreprises à terme de plus en plus court, et qu'elles transmettent à leurs divisions d'exploitation, réduisent l'innovation technologique des entreprises britanniques. Certains secteurs, comme la pharmacie et l'ingénierie, ont été massivement restructurés. Des restructurations fréquemment motivées par des raisons financières, avec des profits à court terme pour les actionnaires, mais des conséquences qui réduisent globalement l'effort de R&D.

L'innovation technologique provient en second lieu des départements des universités. Du point de vue industriel, on constate pourtant, contrairement à ce qu'affirment fréquemment les hommes politiques britanniques, que les universités produisent avant tout des personnes qualifiées et formées, plutôt que des inventions (réelles ou potentielles). Mais une nouvelle tendance s'est fait jour au cours des 20 dernières années : des *start-ups* innovantes ont en effet été lancées depuis certaines universités par des universitaires entrepreneurs. Ces entreprises, souvent financées par un système de capital-risque presque aussi bon que celui des Etats-Unis, ont rendu un petit nombre d'universitaires très riches, lorsque leurs sociétés ont été introduites à la Bourse de Londres ou rachetées par des sociétés plus importantes.

### **Que reste-t-il de l'industrie britannique ? Est-ce que le PIB ne dépend pas de plus en plus de la finance et des services ?**

D. G. : Il est certain que la part de l'industrie manufacturière dans le PIB britannique a longtemps décliné. Mais c'est le cas de beaucoup d'autres pays développés. La part actuelle est de 20 %, quasiment comme aux Etats-Unis. En fait, la valeur ajoutée est beaucoup plus grande dans l'industrie que dans les services ; je le tiens d'une source privée, et malheureusement ces données n'ont pas été publiées.

### **La Grande-Bretagne a, en particulier, perdu des positions en électronique, au moins en termes de compagnies nationales. Les usines étrangères installées à coups d'aides financières semblent assez instables. Est ce qu'une recherche locale pourrait aider à les fixer ?**

D. G. : Il n'y a pas de réponse unique. Au début, on parlait d'« usines tournevis » (pas seulement pour l'électronique, mais aussi pour l'automobile) :

cela voulait dire qu'elles ne faisaient que de l'assemblage, à partir de technologies développées notamment au Japon, sans lien avec la R&D britannique. C'est de moins en moins vrai ; en tous cas, dans l'industrie automobile, beaucoup de compagnies japonaises ont leurs installations de conception en Grande-Bretagne. La cause de l'instabilité apparente de ces « immigrants » est au moins double. Au début, les compagnies étrangères étaient attirées par la relative abondance d'une main-d'oeuvre qualifiée et bon marché et par un marché du travail « déréglementé ». Or, le marché de l'emploi s'est tendu, et le gouvernement travailliste a, depuis 1997, fait voter beaucoup de lois restrictives en matière de droit du travail. Il y a aussi le niveau élevé de la livre, dont beaucoup d'économistes disent qu'il est de quelque 30 % supérieur à la parité réelle de pouvoir d'achat. Tout ce qui est peut être fait en matière de politique locale de recherche n'a guère de prise sur la plupart de ces problèmes.

Une des principales raisons de ce succès a été le changement, ces vingt dernières années, de la façon de traiter la propriété intellectuelle dans les universités. Auparavant, c'était une agence gouvernementale (la *National Research and Development Corporation* ou NRDC, devenue le *British Technology Group*) qui en avait le monopole. Désormais, les universitaires et les universités sont libres de faire ce qu'ils pensent être le mieux adapté aux circonstances, sans intervention du gouvernement. Les secteurs les plus actifs sont les biotechnologies, les spécialités pharmaceutiques, le diagnostic, l'électronique et l'optoélectronique. Plusieurs de ces *start-ups* ont eu un grand succès, qu'elles aient été achetées par de grandes compagnies ou introduites en bourse.

**La Grande-Bretagne à la réputation d'être très bonne pour créer des *start-ups* et rassembler des technopoles autour d'universités prestigieuses. On cite en particulier les biotechnologies. Qu'en est-il réellement, et que peut-on prévoir ?**

D. G. : C'est sans doute le Royaume-Uni qui a eu le plus de succès en Europe pour créer des *start-ups* issues d'universités, comme Oxford, Cambridge, Warwick, Londres et Glasgow, pour n'en citer que quelques-unes. Un ou plusieurs universitaires décident de créer une entreprise, souvent en conservant un poste à l'université. Ils obtiennent des fonds de la part de sociétés de capital-risque, et parfois de l'université elle-même. Bien sûr, tous ne réussissent pas, mais il y a de notables « *success stories* ».

Le Royaume-Uni possède quelques organisations indépendantes pour la recherche et la technologie (RTO) propres à un secteur, dont la plupart étaient au départ des organisations subventionnées par le gouvernement, financées par

prélèvement sur les industriels du secteur concerné. Le système de prélèvement prit fin dans les années 1970-1980, et les RTO indépendantes fonctionnent dorénavant grâce à des contrats de développement signés avec un ou plusieurs clients, souvent des PME.

### **Quel a été l'effet des « années Thatcher » sur la recherche publique, en particulier les anciens grands laboratoires ?**

D. G. : Les années Thatcher ont fait beaucoup de bien à l'industrie privée. Les succès ont été moins marqués dans les services publics et on arrive au point où une certaine agitation syndicale se développe à propos de l'éducation, des transports et de la santé, qui dépendent largement du secteur public.

Beaucoup des grands laboratoires publics (électricité, gaz, téléphone, eau) sont devenus privés ou ont été fermés. A court terme, cela s'est traduit par un spectaculaire accroissement d'efficacité. Il est certain que beaucoup des grands services publics finançaient, grâce à leurs profits monopolistiques, une recherche de qualité médiocre et de pertinence discutable. Il est très difficile de dire si l'on a perdu ainsi beaucoup de travail créatif de haute qualité ; j'en ai l'impression, mais il est impossible d'estimer si la perte est importante. Le changement a cependant été considérable ; pour n'en donner qu'un exemple, l'« *Atomic Weapons Research Establishment* », une organisation très assujettie au secret, qui se consacre surtout à la maintenance des têtes nucléaires et à leur démantèlement, est gérée par le secteur privé, tout en appartenant encore à l'Etat. Cela aurait été impensable il y a 30 ans.

Certains laboratoires appartenant au gouvernement ou subventionnés par lui mènent des travaux qui conduisent à des innovations sur le marché. Mais, à l'exception des domaines militaires, de tels cas demeurent exceptionnels pour le moment. Une grande partie du travail des laboratoires gouvernementaux porte aujourd'hui sur les règlements et les normes ; c'est important, mais cela ne fait pas partie du processus d'innovation.

### **3. LE PARCOURS VERS LE MARCHÉ**

Le public britannique, en tant que consommateur, possède une attitude schizophrénique face à l'innovation en matière de produits et de services. Les bienfaits de l'innovation scientifique et technologique – les produits « nouveaux et encore plus efficaces » présentés par les publicitaires – que ce soit les automobiles, les produits d'entretien ou les ordinateurs, lui semblent aller de soi. Toutefois, il considère que la science est difficile à comprendre et qu'elle a entraîné certains problèmes d'environnement (pollution, détérioration de la couche d'ozone, etc.).

On dit que le Royaume-Uni a su se montrer créatif, mais que l'exploitation commerciale de ses inventions est son point faible : la pénicilline, le moteur à réaction, la fibre de carbone et les ordinateurs en fournissent des exemples cités fréquemment. Une grande partie des innovations contribuant au développement économique vient d'idées techniques provenant d'autres pays. Ainsi, les transformations dans la distribution, les banques, les télécommunications mobiles affectent la vie des gens, mais la plupart des idées technologiques, sinon toutes, proviennent d'ailleurs.

**Si la Grande-Bretagne ne sait plus exploiter ses propres idées techniques, est-on en droit de penser que le rôle des universités se limite désormais à l'enseignement ?**

D.G. : A quelques exceptions près, médecine, droit, et certaines parties de la chimie, les études universitaires, qu'elles soient ou non techniques, sont de moins en moins considérées comme une vocation et de plus en plus comme une formation générale. La tendance à accroître le nombre de diplômés plus généraux n'a fait qu'accompagner ce mouvement. Le gouvernement s'est donné comme objectif que la moitié des jeunes fassent des études universitaires. Il l'a fait sans accroître sensiblement les ressources, ce qui réduit l'allocation par tête. Inévitablement, cela favorise les disciplines à faible coût, comme les langues, la communication, l'écologie, aux dépens des sciences et de la technique. Nous sommes à mi-chemin de cette expérience d'inspiration gouvernementale, dont l'issue est très difficile à prévoir.

Le Royaume-Uni a toujours fortement innové dans les secteurs pharmaceutique, agrochimique et dans les industries connexes. Cette capacité est actuellement menacée sur deux fronts. Tout d'abord par une campagne violente, presque subversive, menée par les opposants aux tests pratiqués sur les animaux. Cela malgré une réforme très importante qui a conduit, sur plusieurs années, à réaliser dans la mesure du possible les tests *in vitro*. Ensuite par une campagne soutenue, moins violente envers les personnes mais plus destructrice envers les propriétés, contre les champs d'expérimentation d'organismes génétiquement modifiés (OGM).

**D. J. Giachardi\***

*Secrétaire général  
de la Société britannique de Chimie*

---

\* Le point de vue développé ici ne constitue pas une déclaration de politique générale au nom de la Société britannique de Chimie, ni au nom d'aucun autre organisme auquel l'auteur a pu être associé.

## LA RECHERCHE ET L'INNOVATION

**Pour plus d'informations** : de nombreuses sources existent sur l'analyse du fonctionnement de l'innovation au Royaume-Uni. Parmi les sources connues financées par l'Etat, on peut retenir :

- l'Unité de recherche pour la politique scientifique (Science Policy Research Unit), de l'Université du Sussex,
- l'Unité de recherche pour la R&D (R&D Research Unit) de l'École de commerce de Manchester
- le Conseil de recherches économiques et sociales,
- le ministère du Commerce et de l'Industrie,
- le Bureau gouvernemental de la science et de l'industrie (Office for Science and Technology).

**Parmi les autres sources, il faut mentionner** : la société pour la R&D (R&D Society), ainsi que de nombreux consultants, au nombre desquels l'Institut mondial McKinsey (McKinsey Global Institute), qui a étudié la productivité au Royaume-Uni.

# 3 LE SYSTÈME DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION EN ALLEMAGNE : ACTEURS, ORGANISATION ET POLITIQUES

---

## I. LES CARACTÉRISTIQUES ÉCONOMIQUES DU SYSTÈME ALLEMAND DE L'INNOVATION

Parce que l'Allemagne ne dispose pas de ressources naturelles (hormis le charbon), elle est traditionnellement mue par la création des connaissances et par les technologies. Cela se manifeste par une importante infrastructure dédiée aux sciences et aux technologies, une main-d'œuvre très instruite, une industrie tournée vers l'exportation et une active politique de recherche civile.

### a. L'activité industrielle

La contribution au PIB des branches à forte intensité de R&D est beaucoup plus grande en Allemagne (12,2 %) et au Japon (11,5 %) qu'en Grande-Bretagne, aux Etats-Unis et en France (7,7 à 8,5 %). Mais alors que l'Allemagne est particulièrement forte dans tout ce qui est lié à l'automobile et aux industries mécanique et chimique, elle est relativement faible dans les technologies de pointe : technologies de l'information, biotechnologies, nouveaux matériaux. En matière de stratégies de produits et de services, les entreprises restent du même coup attachées aux concepts traditionnels. Cela ne favorise pas le développement d'activités transdisciplinaires et transectorielles, pourtant de plus en plus nécessaires. Toutefois, une certaine spécialisation dans des sociétés de services à forte productivité se dessine. Et l'Allemagne est dynamique sur le nouveau marché des technologies respectueuses de l'environnement.

### b. La Recherche

Le système de recherche allemand est très différencié et décentralisé. C'est un avantage, à la condition qu'il soit aussi organisé en réseau, avec une souplesse et une dynamique suffisantes, ce qui n'est pas le cas pour l'instant.

Le fort degré d'internationalisation de la R&D est un point positif pour l'Allemagne. Elle est le pays étranger dans lequel les Etats-Unis conduisent le plus de recherche. Parmi les pays de l'Union européenne, il n'y a qu'en Angleterre que

## LA RECHERCHE ET L'INNOVATION

le Japon mène plus de R&D qu'en Allemagne. Cette internationalisation a pourtant eu peu d'impact sur la politique technologique nationale : l'inertie du système technico-scientifique bloque les nécessaires processus d'adaptation.

La disponibilité de personnel qualifié est une nécessité. Mais les entreprises ont, de façon générale, dangereusement tendance à montrer moins d'empressement qu'auparavant pour investir dans la formation et l'enseignement. Des réformes de fond seraient nécessaires, même si les habituels points forts (bonnes infrastructures, ressources humaines, système éducatif, recherche) restent des atouts. Le système institutionnel des relations industrielles (cogestion, négociation salariale autonome) et la coopération confiante entre le patronat, les banques et le personnel facilitent l'introduction des innovations. Toutefois, il n'y a pas suffisamment d'entreprises prêtes à courir le risque de monter des *start-ups*, de banques prêtes à jouer un rôle plus offensif, ou d'investisseurs privés prêts à financer l'innovation.

**Figure 1 : QUELQUES ÉLÉMENTS DU SYSTÈME ALLEMAND DE L'INNOVATION**

Points forts	Points faibles
1. Technologie de haut niveau	1. Rattachement insuffisant à la technologie de pointe, stratégie produits / services
2. Marchés existants	2. Nouveaux marchés
3. Système de recherche décentralisé	3. Structure fragmentée
4. Fort degré d'internationalisation en R&D	4. Orientation nationale de la politique technologique
5. Personnel / travailleurs qualifiés	5. Baisse des incitations pour investir dans la formation / l'enseignement
6. Adoption de perspectives sur le long terme (entreprises, scientifiques, décideurs politiques)	6. Mécanismes d'incitation inadéquats, limitation aux domaines traditionnels

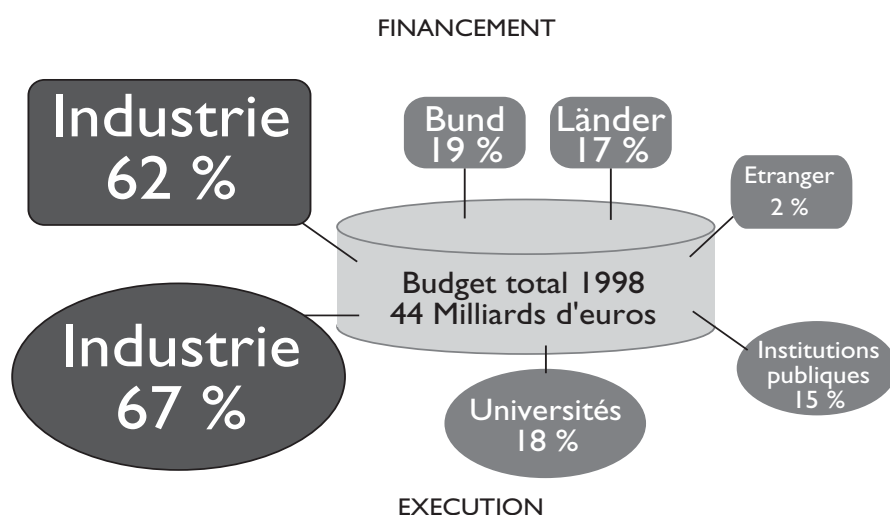
La vision à long terme des autorités scientifiques, des politiques et de l'industrie a beaucoup faibli par rapport aux années 70 et 80. C'est un obstacle majeur alors que des questions comme le découplage de la croissance et de la consommation d'énergie, le développement durable demandent qu'on voit loin.



## 2. PANORAMA DE LA RECHERCHE PUBLIQUE ET DE LA RECHERCHE PRIVÉE

En Allemagne, planification, politique et financement des sciences et des technologies se déroulent à des niveaux tellement divers, et il existe tellement de structures institutionnelles, qu'il est difficile d'éviter de simplifier à outrance, lorsqu'on essaie de dresser un schéma cohérent du système actuel. Non seulement nous avons une grande diversité d'acteurs institutionnels mais, de plus, chaque institution possède des structures assez diversifiées, financées par des sources multiples et constituées de nombreux sous-systèmes. Chacune de ces institutions possède un fonctionnement spécifique en matière d'objectifs, de ressources et de libertés accordées aux personnels scientifique et technique dans le cadre de leurs recherches.

**Figure 2 : LE BUDGET ALLEMAND DÉDIÉ À LA RECHERCHE**



Source : BMBF

Une des caractéristiques principales est que les deux tiers des activités de R&D sont menés dans des laboratoires industriels. Leur contribution a crû continûment pendant les années 80 pour s'acheminer à un peu plus de 70 % en 1990.

En raison de la structure fédérale de l'Etat allemand, et du partage du pouvoir ancré dans la constitution qui affecte aux Etats fédérés (*Länder*) la tâche et l'autorité nécessaire pour faire fonctionner les institutions d'enseignement

supérieur, il reste peu de place pour les prises de décision centralisées. De plus, l'accent mis sur la liberté et l'autonomie de la science et l'économie de marché encourage les initiatives de l'industrie et des établissements privés. Le ministère fédéral de l'Economie et de la Technologie est néanmoins responsable des principes généraux et des cadres légaux qui gouvernent les domaines des sciences et des technologies financés par des fonds publics.

### 3. ÉVOLUTION FUTURE

#### Forces et faiblesses du système allemand de l'innovation

Le système allemand de l'innovation est-il encore un modèle de réussite ? S'il reste plutôt bon, certains changements structurels et institutionnels capitaux sont nécessaires pour lui conserver sa solidité à long terme. En simplifiant, il peut être caractérisé de la manière suivante :

(a) Un rôle important de l'industrie privée comme acteur principal et une assez forte proportion de R&D financée par l'industrie, en particulier pour les secteurs de l'ingénierie mécanique, de l'industrie automobile, de l'industrie chimique et des industries connexes.

(b) Des forces sur les marchés existants et des faiblesses sur les nouveaux marchés.

(c) Un système de recherche publique fortement décentralisé et différencié, mais dont l'organisation institutionnelle ne convient pas aux modes modernes de production des connaissances. En conséquence, la priorité doit être donnée aux changements structurels.

(d) Une capacité particulièrement forte pour approfondir et diffuser les technologies existantes. Alors que les Etats-Unis sont, eux, des champions de la rupture.

(e) Le système repose principalement sur l'industrie manufacturière, mais il pêche au niveau des services. C'est une croissance sans création d'emploi. Mais le taux de chômage d'environ 10 % coexiste avec une sévère pénurie d'ingénieurs et de scientifiques, surtout dans certaines spécialités. Les entreprises innovantes, en particulier dans les services, offrent de bien meilleures perspectives d'emplois que les entreprises traditionnelles ; toutefois, les nouvelles technologies laissent de côté les personnes peu qualifiées. Ce sont elles les perdantes, en Allemagne comme dans beaucoup d'autres pays de l'OCDE.

(f) Les gouvernements régionaux (responsables des universités et des politiques à l'égard des petites entreprises individuelles), locaux, européen et les autres acteurs, publics ou privés, prennent de plus en plus d'importance.

## **Restructuration de la recherche publique**

Une nouvelle politique scientifique et technologique est nécessaire : organisation, communication, interactions et motivation de la recherche publique. Les technologies à fondement scientifique ont besoin de liens forts entre recherche fondamentale et recherche appliquée. Il faut aussi davantage de transdisciplinarité et d'interdisciplinarité (sans confondre interdisciplinarité et intégration, car la qualité requiert des spécialistes de premier rang dans leur discipline et il est donc capital d'établir un lien efficace entre les diverses disciplines et de ne pas les « intégrer »).

Parmi les outils et les mécanismes susceptibles d'aider à établir ces types de liens, citons :

- Une organisation de la recherche axée sur des problèmes sociaux ou technico-industriels bien définissables. Ceci nécessite, par contraste avec les objectifs internes prédominants actuels de la science, de nouvelles manières d'organiser les projets et de les gérer.

- Une meilleure intégration de la recherche fondamentale et de la recherche appliquée. Ceci pourrait par exemple être obtenu grâce à un meilleur réseau institutionnel, une recherche en collaboration sur des projets spécifiques, de nouveaux modèles de financement, une meilleure communication et d'autres critères d'évaluation.

- La recherche en équipe doit être renforcée lorsque la recherche universitaire est encore axée de manière prédominante vers les recherches individualisées. La promotion de groupes de recherche est un bon début en la matière, tout comme la création d'instituts cogérés.

- une meilleure mobilité intrasectorielle et intersectorielle des chercheurs à un niveau international, et aussi entre science et industrie.

- une plus grande souplesse des structures de recherche : implication plus rapide dans les nouveaux développements grâce à :

- un assouplissement des règlements de la fonction publique et des lois budgétaires ;

- Une dérégulation de l'administration universitaire ;

- Une mise en réseau des institutions de recherche pour un temps limité, notamment dans un cadre international (« instituts virtuels »).

La recherche appliquée doit être orientée vers de nouvelles fonctions ; elle ne doit pas seulement effectuer le transfert (classique) de la recherche fondamentale à la recherche industrielle, mais également faire l'inverse, en

posant de complexes problèmes d'application, stimulants pour la recherche fondamentale.

### **Gouvernance : changer de rôles et d'instruments**

Le contexte dans lequel évolue la politique en matière de sciences et de technologies a changé, et cette mutation requiert la mise en place de nouvelles politiques. Citons notamment parmi les changements de contexte observés :

- Le système de l'innovation : croissance des problèmes d'environnement et des problèmes économiques et sociaux ;
- La production des connaissances : transdisciplinarité et interdisciplinarité, entrecroisement des recherches fondamentale et industrielle ;
- La politique : budgets limités, besoin d'efficacité.

L'on assiste au passage d'un « modèle de décision » de politique rationnelle (qui définit des objectifs, prend des décisions et contrôle les mises en œuvre), à un « modèle de coordination de processus » (qui établit des prévisions, des programmes de consensus et jauge les options).

Pour mener cette nouvelle politique et compte tenu du degré assez élevé de différenciation et d'autonomie institutionnelle de ses acteurs principaux, il est nécessaire d'utiliser des procédures d'évaluation. Cela implique une analyse des positions, souvent contradictoires, des acteurs de la politique scientifique et technologique. Cela implique l'évaluation des impacts indirects et involontaires des initiatives de la politique scientifique et technologique sur les sphères sociétale, économique et écologique. Cela implique un retour d'informations de la connaissance acquise par le biais des réseaux.

La politique scientifique et technique réclame des formes avancées de dialogue politique avec médiation, plutôt que des jugements mécanistes sur leurs performances.

Le concours *BioRegio* est un excellent exemple de cette nouvelle politique. Ce programme promotionnel, lancé en octobre 1995, vise à rapprocher les compétences biotechnologiques des activités scientifiques, économiques et administratives. Le but est de renforcer la commercialisation de la biotechnologie en Allemagne, et d'y créer des centres de compétence internationalement reconnus, dédiés à la recherche et aux applications. L'objectif principal est d'amener tous les participants des sciences, de l'industrie et de l'administration publique à travailler ensemble. Jusqu'à présent, ce concept consistant à stimuler les centres de compétence régionaux a fonctionné avec beaucoup de succès ; ce qui montre aussi que le niveau national n'est plus l'acteur public dominant : les régions et l'Europe accroissent constamment leur influence. Comme dans

les autres pays européens, un rééquilibrage de la répartition du travail entre les niveaux européen, national et régional doit être mis à l'ordre du jour.

### **L'internationalisation de la R&D**

En raison de la mondialisation de l'industrie allemande, il devient impératif d'améliorer la qualité des sites allemands, ce qui veut dire d'abord améliorer la qualification de la main-d'œuvre, promouvoir l'investissement et accélérer les prises de décisions publiques. Le soutien financier aux entreprises nationales, y compris la promotion publique de la technologie, paraît de plus en plus mal adapté, puisqu'on ne sait pas encore de manière certaine si ces mesures vont générer des revenus sur les sites nationaux ou régionaux.

Une reformulation de la politique technologique est nécessaire. Il faut, à la fois, soutenir les institutions et les entreprises de recherche nationales dans leur passage à la mondialisation, attirer dans le système d'innovation national des laboratoires et des entreprises étrangers et, dans les deux cas, obtenir des effets de synergie et des retombées bénéfiques au site. Ce changement de contexte risque de faire tomber notre politique technologique dans le « piège de l'inadaptation » : il faut le dire encore et encore.

La politique en matière de technologie et d'innovation est une tâche stratégique et interdisciplinaire ; son efficacité et son succès dépendront dans une large mesure de notre réussite à établir des réseaux internes entre des acteurs qui avaient, jusqu'alors, tendance à s'ignorer.

**Frieder Meyer-Krahmer**

*Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI),  
Karlsruhe et Université Louis Pasteur (ULP), Strasbourg*

## 4 LE SYSTÈME SUÉDOIS DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION

---

### I. LA SUÈDE ET LE MONDE

La Suède est un petit pays, aux relations très développées avec le reste du monde. Les vies privée, publique et commerciale suédoises sont rapidement et profondément affectées par les événements et les modes de vie internationaux. Les Suédois offrent un bon accueil aux nouveaux gadgets technologiques, raison pour laquelle le pays est souvent utilisé comme marché test pour toutes sortes de produits « *high-tech* ». Les entreprises suédoises doivent faire face à une concurrence aigüe sur le marché mondial. Mais le pays montre un conservatisme certain en matière d'habitudes sociales, d'organisation, d'imposition, etc.

Compte tenu de sa faible population, la Suède possède un nombre étonnant de grandes entreprises : 40 % des actifs employés dans des sociétés industrielles en Suède travaillent dans des entreprises de plus de 1000 employés. Et ces grandes entreprises ont de plus en plus souvent tendance à devenir des multinationales. Le nombre de travailleurs étrangers employés par ces multinationales a augmenté rapidement, pour dépasser maintenant celui des Suédois. Sur les 600 000 salariés des quinze plus grandes compagnies, 30 % seulement sont employés en Suède. Les sociétés elles-mêmes ne sont plus totalement suédoises. Ces dernières années, un grand nombre d'entre elles ont été rachetées par des compagnies étrangères (Volvo Cars par Ford, Saab par General Motors etc.) ou ont fusionné (Astra-Zeneca, ABB, Stora-Enso). Les sociétés fusionnées décident généralement d'enregistrer et d'installer leurs sièges sociaux dans d'autres pays.

Les grandes multinationales sont à haute intensité cognitive, et une part significative de leur R&D est réalisée en Suède.

En règle générale, les Suédois sont internationaux ; plus leur niveau d'enseignement est élevé, plus ils sont mobiles. Plus de 10 % des étudiants suédois se trouvaient à l'étranger l'an dernier. Et la plupart des personnes titulaires d'un doctorat ont étudié dans une université étrangère.

La prospérité du pays repose depuis toujours sur quatre piliers traditionnels :

1) L'abondance de ressources naturelles (bois, minerais métalliques et énergie hydroélectrique bon marché) a créé de la richesse et une vision commerciale internationale précoce.

2) L'enseignement et le savoir pour tous constituent depuis longtemps une partie essentielle du processus démocratique. L'école primaire pour tous les enfants fut instaurée pour la première fois en Suède en 1842, avant tous les autres pays du monde. L'enseignement aux adultes est répandu et possède une longue tradition.

3) Les syndicats, l'industrie et les hommes politiques pensent tous fondamentalement et depuis longtemps que la transformation industrielle et le changement sont positifs. Un consensus existe aujourd'hui pour dire que les industries à faible valeur ajoutée et à faibles salaires devraient être remplacées par des industries à forte valeur ajoutée, fondées sur les compétences et les connaissances, et offrant de meilleurs salaires.

4) La Suède n'est pas un pays dans lequel le « système de classes » est profondément ancré ; c'est au contraire une société démocratique assez ouverte.

Dans le contexte mondialisé actuel, les défis qui se présentent à chaque pays, chaque région et chaque entreprise sont particulièrement contraignants. Pour pouvoir relever ces défis, de nouvelles approches et de nouvelles idées fondées sur une base de connaissances supérieures sont nécessaires. La Suède a récemment réalisé sa première « prévision technologique » (*Technology Foresight*). Le rapport a clairement démontré que le pays disposait de nombreux atouts, mais il a également identifié certaines actions nécessaires pour que la Suède demeure à l'avenir une nation riche et industrialisée. Ces actions portent principalement sur la connaissance, l'adaptation des infrastructures et des attitudes favorables au changement. La mise en œuvre de ces recommandations a été engagée.

## **2. LES CARACTÉRISTIQUES DU SYSTÈME DE L'INNOVATION SUÉDOIS**

Le système de recherche et d'enseignement, de développement et d'innovation suédois diffère du modèle international par certains aspects. Bien que les connaissances et les innovations soient fondamentalement des entités mondiales et que la Suède ait un ancrage international profond, c'est très progressivement que le système suédois prend une direction internationale.

La Suède a dépensé 3,8 % de son PIB dans la R&D en 1999. Soit plus qu'aucun autre pays du monde. La Finlande occupe la seconde place avec 3,19 % et le Japon la troisième, avec 3,04 %. La Suède étant un petit pays qui ne compte que 9 millions d'habitants, sa contribution absolue à la R&D mondiale est évidemment assez réduite, et elle ne représente que 1,4 % du chiffre total environ.

Les trois quarts des travaux de R&D sont réalisés et financés en Suède par les entreprises. Il n'existe aucune tradition de recherche privée subventionnée par

## LA RECHERCHE ET L'INNOVATION

des fonds publics. C'est plutôt l'inverse, à savoir les entreprises qui subventionnent les universités.

Dans ce contexte, l'essentiel des activités industrielles est pris en charge par une vingtaine de multinationales, même si un nombre croissant de petites entreprises à haute intensité cognitive sont apparues ces dernières années.

De leur côté, la quasi-totalité des travaux de R&D financés par des fonds publics sont menés dans les universités et dans les établissements d'enseignement supérieur. Les universités suédoises se distinguent parce qu'elles couplent systématiquement recherche et enseignement aux étudiants ; par le fait aussi que ce sont les étudiants de troisième cycle, préparant leur thèse de doctorat, qui prennent en charge la plus grosse partie de la recherche universitaire ; et par une longue tradition de collaboration étroite entre les universités et la société sur les questions d'enseignement et de recherche.

En effet, la politique explicitement exprimée depuis plusieurs dizaines d'années est la suivante : « Les universités doivent servir d'institut de recherche à la société ». Cet engagement se traduit par un bon climat de collaboration entre les milieux universitaires et la société qui les entoure. En conséquence, les départements des universités se penchent un peu plus sur les problèmes courants et ils disposent ainsi de cas concrets qui peuvent être utilisés dans l'enseignement.

La Suède ne possède donc virtuellement aucun équivalent des grands laboratoires nationaux que l'on peut trouver dans bien des autres pays européens, même si elle dispose d'un petit secteur composé d'une trentaine d'instituts de recherche industrielle constitués à l'échelle nationale. La plupart de ces organismes doivent leur création à des groupes d'entreprises concurrentes, qui avaient identifié un domaine de recherche conjointe potentiellement efficace. En moyenne, deux tiers de leurs budgets sont financés par l'industrie et le reste par des fonds publics. La plupart des instituts sont de taille très réduite. Le plus grand d'entre eux, l'Institut de la pulpe et du papier, possède environ 200 employés.

L'influence du politique sur l'orientation de la recherche se manifeste en partie par les réglementations, en partie par les financements et en partie par l'intermédiaire des hommes politiques qui siègent dans les commissions et les comités gouvernementaux. La Loi sur les Universités enjoint les universités à dispenser un enseignement, à faire de la recherche et à coopérer avec la société. Cette troisième attribution, ajoutée assez récemment, affecte profondément le comportement des établissements universitaires.

Le ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche est l'organe gouvernemental responsable de toutes les questions de recherche, même si les projets sont élaborés à l'intérieur de différents ministères. Son ministre dispose d'un comité consultatif sur la recherche auquel appartiennent les ministres de



l'industrie et de l'environnement, des professeurs d'université, des personnalités qualifiées de l'industrie, des syndicats, etc. Le comité exerce un rôle purement consultatif et il n'est pas aussi influent, par exemple, que l'organisme finlandais équivalent.

Le gouvernement présente un projet de loi sur la recherche tous les quatre ans. Le dernier en date a été présenté au Parlement (*Riksdagen*) en septembre 2000 par l'actuel gouvernement socialiste. Il prévoit une restructuration importante du système de recherche, qui a été mise en œuvre depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2001. Dans ce cadre, un certain nombre d'administrations publiques ont été fermées et de nouvelles – en nombre moins élevé – ont été créées. La volonté de recentrer la recherche et celle de favoriser les recherches multidisciplinaire et interdisciplinaire sont à l'origine de ces changements. Enfin, en septembre 2001, le gouvernement a présenté un nouveau projet de loi sur qui pose les principes du développement de la recherche et des actions centrées sur la demande, nécessaires pour renforcer le système de l'innovation.

### **3. LA R&D PRIVÉE**

La Suède a une longue tradition de pays industrialisé. Depuis près d'un siècle, l'acier, la pulpe et le papier ainsi que l'industrie manufacturière ont constitué le moteur de la nation. Ces entreprises demeurent très performantes, mais leur chiffre d'affaires est aujourd'hui dépassé par celui des entreprises de télécommunications, de matériel de transport et des firmes pharmaceutiques. La nouvelle base industrielle de la Suède se situe davantage dans les technologies de l'information et de la communication, dans les biotechnologies et dans les technologies biomédicales, et elle se caractérise par des mutations rapides, de nouvelles structures et par des produits de haute technologie à forte valeur ajoutée dans un contexte de concurrence mondiale. L'évolution rapide des connaissances engendre des produits à intensité cognitive croissante, des cycles produits plus courts et axés sur les clients, une production plus efficace et une plus grande spécialisation. Les entreprises s'appliquent à satisfaire les besoins des clients en proposant des systèmes et des produits qui intègrent des logiciels et des éléments de service de plus en plus sophistiqués. Le profil de l'industrie et du commerce change et se restructure donc rapidement, aussi bien en termes de secteurs qu'en termes de structures et d'organisation. De nouveaux types de réseaux et d'agrégats se font jour.

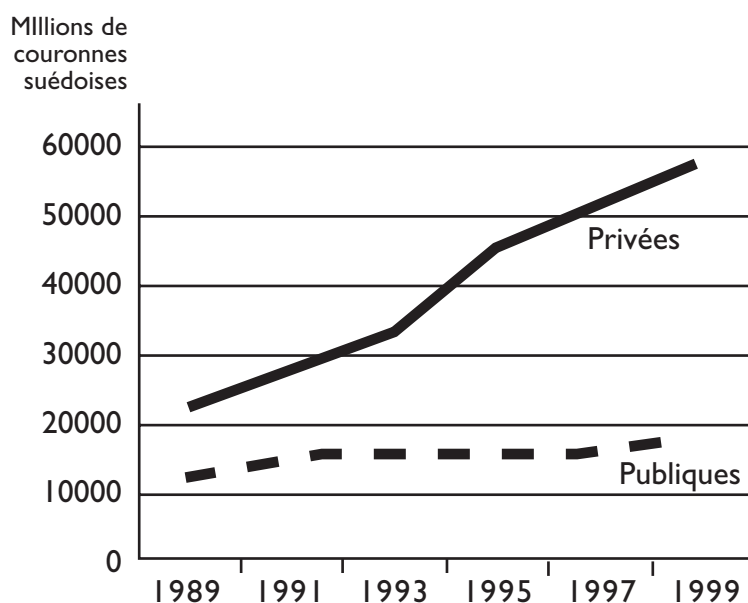
La concurrence mondiale est redoutable pour toutes les entreprises mais également pour les pays. Seuls les meilleurs réussiront. Dans un tel contexte, le succès est indissociable des connaissances.

L'importance d'une croissance constante des connaissances dans les entreprises suédoises se traduit par l'accroissement inexorable de leurs dépenses de R&D. L'accroissement annuel de ces dépenses au cours des années 1990 a été de 6,05 % par an en prix constants (voir figure 1).

## LA RECHERCHE ET L'INNOVATION

Les entreprises suédoises ont été les investisseurs en R&D les plus dynamiques au monde en 1999, où elles ont investi 2,86 % de leur valeur ajoutée. La Finlande, en deuxième position, a investi 2,18 % de son PIB. Le Japon est troisième, avec 2,15 % puis viennent les Etats-Unis : 2,00 %.

**Figure 1 : ÉVOLUTION DES DÉPENSES DE R&D EN SUÈDE**



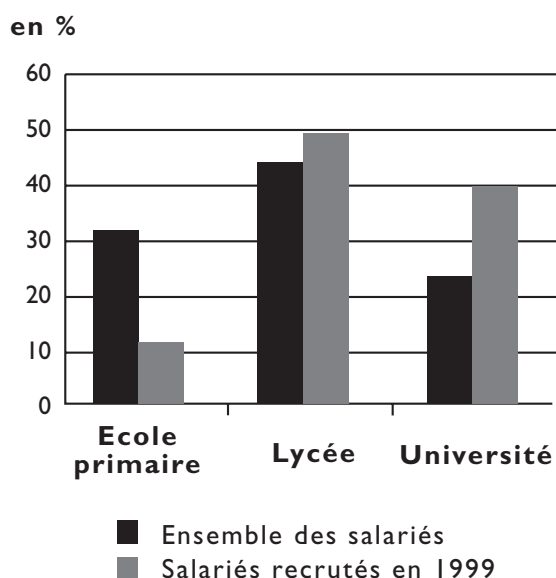
L'accent mis sur les produits, les processus et la production à haute intensité cognitive se reflète également dans un changement du profil de compétences des employés. Une étude réalisée en 2000 par la Fédération suédoise des Industries parmi ses adhérents montre clairement leur tendance à rechercher des salariés à un niveau de formation de plus en plus élevé (figure 2).

Le secteur privé prend en charge 75 % de toute la R&D menée en Suède. Et la R&D privée est concentrée dans un nombre d'entreprises relativement faible, travaillant principalement dans les secteurs des télécommunications, de l'industrie pharmaceutique et des matériels de transport. Les 20 plus grandes entreprises industrielles ont mis en œuvre 74 % de la R&D en 1999.

La forte croissance, ces dernières années, des investissements en R&D réalisés par les petites entreprises des secteurs biomédical, biotechnologique et informatique

(et par d'autres petites entreprises) est impressionnante. Elle demeure néanmoins à une échelle qui ne lui permet pas de peser sur les statistiques.

**Figure 2 : NIVEAU DE FORMATION DES SALARIÉS DANS L'INDUSTRIE SUÉDOISE EN 1999**



#### 4. LA R&D PUBLIQUE

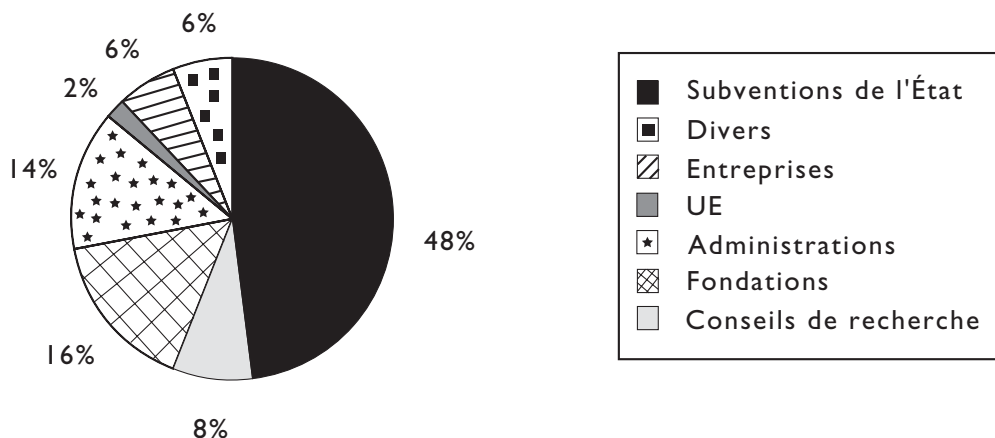
La recherche universitaire est financée par des allocations directes de l'État, par des Conseils et des Administrations dédiés à la recherche, par des Fondations pour la Recherche, par des Fondations privées et par des donations et des commissions commerciales. Le montant moyen versé par chaque composante est indiqué dans la figure 3.

Les subventions aux universités sont versées sur une base forfaitaire correspondant à quatre disciplines : sciences humaines & sciences sociales, médecine, sciences et technologie. Ces subventions constituent le financement de base de chaque institution ; elles sont utilisées pour rémunérer les professeurs et pour financer les laboratoires et les bourses d'études des étudiants de troisième cycle et de doctorat.

Depuis 2001, le nombre d'administrations assurant le financement indirect de la recherche publique a été ramené à quatre.

## LA RECHERCHE ET L'INNOVATION

Figure 3 : REVENUS DES UNIVERSITÉS SUÉDOISES EN 2000  
(en %)



La plus grande d'entre elles, *Vetenskapsrådet*, le Conseil suédois pour la recherche, concentre ses efforts sur la recherche fondamentale. Elle abrite trois conseils dédiés chacun à une discipline : médecine, sciences & technologie, sciences humaines & sciences sociales. Elle comprend également un conseil spécial, dédié à l'éducation. Les comités et les conseils se composent d'une majorité de professeurs d'université élus, et d'une minorité de personnalités qualifiées, nommées par le gouvernement.

Deux autres conseils de recherche : le *FORMAS*, le Conseil de recherche sur l'environnement, les sciences agricoles et la planification spatiale, et le *FAS*, le Conseil dédié à la vie active et à la recherche sociale ont pour mission de couvrir des domaines où il existe des besoins sociétaux importants. Leurs comités de direction sont également composés en majeure partie d'universitaires élus.

La quatrième administration nouvellement créée, *Vinnova*, l'Agence suédoise pour le système de l'innovation, est dédiée à la recherche appliquée orientée vers la demande et la stimulation du système de l'innovation. Tous les membres de son comité sont nommés par le gouvernement. Il existe également quelques administrations spécialisées offrant des bourses de recherche dans des domaines tels que l'énergie, l'espace, l'aviation et le secteur militaire.

En 1992, plusieurs fondations non gouvernementales ont été créées à partir de recettes fiscales perçues auparavant auprès des entreprises. La plus grande, la *Fondation pour la recherche stratégique*, offre des bourses pluriannuelles pour la recherche scientifique, technologique et médicale. Elle a donné priorité à la constitution de grandes équipes de recherche dans des domaines stratégiques. La *Fondation pour la recherche sur l'environnement (Mistra)* se concentre sur la recherche environnementale. La *Fondation de la Banque de Suède*, tricentenaire, se polarise sur les sciences

humaines et les sciences sociales, et en particulier sur les projets multidisciplinaires à grande échelle.

Il existe également quelques fondations exclusivement privées, la plus grande d'entre elles étant la *Fondation K. A. Wallenberg*, qui a apporté pendant plusieurs dizaines d'années son soutien aux initiatives de recherche novatrices ainsi qu'aux laboratoires et au matériel scientifique.

Enfin, les entreprises et les organisations financent directement certaines recherches qu'elles commissionnent et co-dirigent avec des départements universitaires.

## **5. LES INNOVATIONS ET LEUR MISE SUR LE MARCHÉ**

Pour encourager l'innovation et la créativité au sein des entreprises et pour attirer des individus créatifs et dynamiques, une culture d'entreprise positive est indispensable. Beaucoup de grandes entreprises voient en la décentralisation à grande échelle un moyen de favoriser un climat de créativité. On pense que les petites unités indépendantes bénéficient des atouts d'une petite entreprise : souplesse, rapidité et prise de décision facile. Certaines entreprises créent une entité séparée, une entreprise, une annexe ou un centre, pour étudier les nouvelles idées et les nouveaux projets ainsi que pour expérimenter de nouvelles méthodes de travail ou de fonctionnement. Globalement, les entreprises suédoises ont depuis quelques années tendance à privilégier tout ce qui contribue à la créativité interne avec des résultats plutôt satisfaisants.

Mais aussi efficaces que puissent être ces structures internes d'innovation, il arrive toujours qu'un certain nombre d'idées et d'innovations ne cadrent pas avec l'activité principale et soient oubliées dans les tiroirs. Certaines expériences sont en cours pour tenter d'exploiter ces idées perdues.

Dans la sphère publique, plusieurs administrations sont préposées au soutien de l'esprit d'entreprise et de l'innovation.

Pour créer un climat qui favorise la mise en valeur et l'objectif de commercialisation au sein de la culture académique, les universités ont depuis quelques années le droit de créer leurs propres sociétés de gestion. Ces entreprises sont utilisées pour aider les chercheurs dans le processus de commercialisation de leurs résultats. Elles les secondent en matière de dépôt de brevets, de licences, d'analyses de marchés, elles assurent les mises de fonds, etc. Elles encouragent également la coopération entre les chercheurs et les entreprises existantes.

*Les Fondations régionales pour le transfert de technologie* s'occupent de créer des liens entre les sphères universitaires et commerciales dans leurs régions. Le *NUTEK* et l'*ALMI* ont pour but de favoriser la création de nouvelles entreprises. Lorsqu'elles atteignent une certaine taille, les petites et moyennes entreprises

peuvent faire des demandes d'aides financières auprès du *Fonds de développement industriel* et d'un nombre croissant de pourvoyeurs de capital-risque. Il existe également d'autres fonds et d'autres associations, qui aident les innovateurs pour des questions précises.

### 6. FORCES ET FAIBLESSES

Les trois forces du système de l'innovation suédois sont représentées par les grandes entreprises, très tournées vers la R&D, la bonne qualité de la recherche universitaire (que les index des citations et le nombre de dépôts de brevets mettent en évidence) et le climat général non hiérarchique de coopération et de consensus.

Ses trois plus grandes faiblesses sont le manque d'ampleur de la recherche publique (qui par ailleurs n'est pas assez ciblée), l'insuffisance de structures pour la R&D commanditée (y compris pour le transfert de connaissances aux petites et moyennes entreprises) et un soutien des innovations et de l'esprit d'entreprise trop faible dans les entreprises.

Si l'industrie doit continuer à beaucoup investir dans la R&D en Suède, il est primordial que les universités fournissent les compétences et les connaissances nécessaires. Le manque de diplômés et de docteurs dans les domaines scientifique et technologique se fait déjà sévèrement ressentir depuis longtemps. Pendant les années 1990, le gouvernement a fait de gros efforts pour améliorer la situation en accroissant le nombre d'étudiants en sciences et en technologies d'environ 40 %.

Il est fort regrettable que des efforts similaires n'aient pas encore été déployés pour résoudre les problèmes du manque d'ampleur de la recherche publique et de la pénurie de docteurs. Les grands efforts commerciaux en R&D ne pourront être réalisés que s'il y a suffisamment de chercheurs qualifiés. Parallèlement la recherche publique, fondamentale et appliquée, dans les disciplines orientées vers la demande, doit rapidement faire l'objet d'un grand redéploiement. Un meilleur équilibre doit être trouvé entre les ressources allouées aux recherches initiées par la curiosité des chercheurs et celles initiées par la demande du marché.

De plus, les ressources limitées de la recherche publique en science et technologie sont réparties entre des disciplines très variées et un grand nombre d'universités ou d'établissements d'enseignement supérieur. Pour que la recherche soit de bonne qualité, les équipes de recherche devraient avoir une taille minimale et s'insérer dans un environnement académique fort. Les financements devraient donc être attribués à un plus petit nombre d'équipes plus qualifiées. Il est donc important de constituer des institutions multidisciplinaires. En Suède, le plus performant secteur de recherche, internationalement reconnu, est celui de la recherche médicale, qui est fortement concentré ! Des efforts conséquents

et ciblés en matière d'information, de communication, de biotechnologie et de technologie des matériaux sont nécessaires.

Les effets positifs des projets et des programmes menés conjointement par les universités et les entreprises ont été décrits plus haut. La coopération dans le cadre de comités, pour l'enseignement supérieur par exemple, est extrêmement précieuse et doit être poursuivie et développée.

L'idée d'universités servant d'instituts pour tous types de projets de R&D n'est toutefois pas très appropriée. Les institutions universitaires ont de fortes tendances à la digression. Elles ont du mal à respecter les plannings, ne connaissent pas ou ne comprennent pas les aspects commerciaux, etc. Les questions de dépôts de brevet ou de droit de propriété intellectuelle et la publication d'articles de recherche ne vont pas toujours bien ensemble. Le transfert de technologies vers les petites et moyennes entreprises doit faire l'objet d'une attention particulière. Il existe donc réellement un besoin d'instituts de recherche professionnels. Heureusement, les perspectives s'améliorent pour que soient développés des instituts plus grands, plus efficaces et en mesure de faire face à la concurrence internationale. La situation est devenue plus prometteuse depuis le projet de loi de l'automne 2001. Le gouvernement y alloue en effet des crédits peu importants mais symboliques ; il déclare explicitement que des instituts forts sont nécessaires, et que le gouvernement autant que l'industrie ont des rôles importants à jouer dans ce processus.

L'exploitation et la transformation de la recherche en produits et en processus est un point faible du système de l'innovation suédois et ce, malgré un bon accès, dans l'ensemble, au capital-risque. D'excellentes recherches demeurent trop souvent confinées dans la communauté des chercheurs au lieu d'être diffusées et exploitées avec l'objectif d'une mise sur le marché. Cette tendance est favorisée par une attitude générale négative vis-à-vis de la prise de risque et de l'esprit d'entreprise. Trop d'institutions, d'organisations et d'entreprises sont fondamentalement conservatrices et peu enclines au changement. Cette tendance doit se muer en curiosité, en envie de saisir les occasions et en désir d'entreprendre. Toutefois, une meilleure perception de la prise de risque a pu être constatée ces dernières années. Elle doit être encouragée, à la fois en théorie et en pratique, grâce à la simplification des règlements et à la mise en place de stimulations financières. L'attitude des personnes est l'élément clé pour parvenir à développer une culture de recherche et d'innovation plus forte et plus dynamique en Suède.

**Camilla Modeer**

*Conseillère auprès de la Confédération  
de l'Entreprise suédoise*

## 5 ET LA FRANCE ?

---

### **L'EFFORT FRANÇAIS EN RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT EST INSUFFISANT EN REGARD DE SES CONCURRENTS**

La référence ultime dans le domaine de la R&D, pour la France comme pour les grands pays industriels européens, est celle des États-Unis. Or, l'effort français, comme l'effort européen, est sensiblement plus faible en proportion et l'écart Europe/États-Unis se creuse de manière préoccupante, en particulier sous l'effet de la différence de volonté politique.

Les sommes consacrées par la France pour soutenir ses activités de R&D tendent à se réduire dangereusement. Les dépenses intérieures de R&D (DIRD) ont connu une croissance plus rapide que celle du PIB dans les années 80. Entre 1978 et 1990, le ratio DIRD/PIB est ainsi passé de 1,68 % à 2,37 %. Mais, à partir de 1991, la situation s'est inversée et l'effort de R&D a reculé jusqu'à 2,17 %. Cette performance place la France à un niveau nettement inférieur au Japon (3,06 %) et aux États-Unis (2,84 %). Bien que supérieur, ce qui est normal, à la moyenne de l'Union européenne (1,8 %), ce niveau reste inférieur à celui de l'Allemagne (2,29 %).

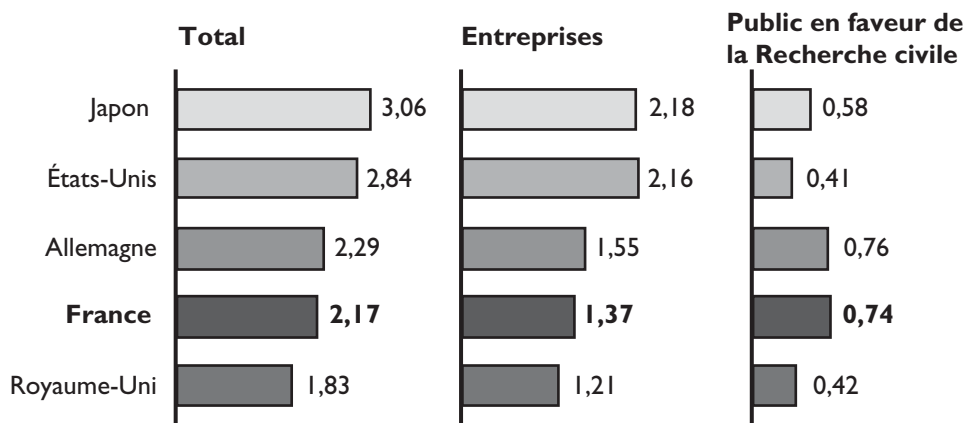
Si on regarde de plus près la R&D propre des entreprises (y compris celle financée par l'État), l'écart avec nos principaux concurrents est encore plus significatif : 1,37 % contre 1,55 % pour l'Allemagne et 2,16 % pour les États-Unis (voir figure 1).

Cette situation défavorable est en grande partie la conséquence du désengagement de l'État eu égard à ses responsabilités de soutien de l'économie.

Victime des coupes budgétaires qui affectent trop souvent les dépenses porteuses d'avenir, la part de la R&D financée sur fonds publics a décliné au cours des deux dernières décennies. La part des administrations dans la Dépense Nationale de R&D (DNRD) n'a cessé de reculer pour passer sous la barre des 50 % en 1995 ; elle ne représentait plus que 44,7 % en 1998. L'État a réduit considérablement son soutien financier aux activités de R&D des entreprises : en huit ans, le total des financements publics destinés aux entreprises a baissé de plus de 35 %. Le financement des entreprises a pris insuffisamment le relais, mais celles-ci sont, il est vrai, plus lourdement taxées que leurs homologues étrangères.



**Figure 1 : DÉPENSES DE RECHERCHE EN % DU PIB 1999**



Sources : Eurostat, ministère de la Recherche, OST

### **CET EFFORT EST EN OUTRE SOUVENT MAL ORIENTÉ**

A cette insuffisance globale de moyens s'ajoute, à l'inverse des Etats-Unis, un manque de ciblage des aides et financements publics vers les priorités nationales. Outre-Atlantique, le gouvernement a toujours cherché à soutenir la recherche dans les industries de pointe.

En effet, si l'industrie américaine est, depuis longtemps, indépendante vis-à-vis des pouvoirs publics, les liens restent cependant forts et le pouvoir central sait lui apporter des aides lourdes, dans les domaines de suprématie à conserver ou à conquérir.

Plusieurs exemples sont significatifs :

- L'ancêtre d'Internet, l'Arpanet, réseau utilisé par les centres de recherche universitaires, fut entièrement financé par le Pentagone.
- La recherche militaire a apporté, ces dernières années, un support significatif à l'industrie automobile.
- Plus récemment, pour faire face à l'une des rares percées européennes, le programme *Human Genome* (décryptage du génome humain) a vu doubler son soutien par le gouvernement fédéral. Aujourd'hui, les fonds consacrés aux Etats-Unis à la recherche sur le génome humain représentent près de 40 % des dépenses mondiales et en France seulement 3 %.

### LES AIDES PUBLIQUES FRANÇAISES SONT PARFOIS TIMIDES ET INADAPTÉES

Des aides publiques à l'industrie existent dans tous les pays, sous des formes différentes, et chaque pays ne cesse d'inventer de nouveaux dispositifs. On peut distinguer trois catégories d'aides à la R&D : les incitations financières, les marchés publics, et les infrastructures de sciences et technologies.

A l'instar des Etats-Unis et du Royaume-Uni, la France se caractérise par la prédominance des marchés publics – en raison notamment de l'importance des industries militaires – tandis que l'Allemagne et le Japon se distinguent par la prédominance des aides aux infrastructures technologiques et à la recherche universitaire.

Les aides françaises prennent plusieurs formes :

- **Avances remboursables** : c'est la forme privilégiée des aides directes françaises, alors que les autres grands pays industrialisés préfèrent les subventions. Or, si cette forme complexe d'aide est adaptée aux projets de développement, elle ne l'est pas à la recherche amont, dont les risques doivent être mutualisés.
- **Crédit-impôt recherche** : il a été reconduit jusqu'en 2003 et a fait l'objet d'améliorations visant à le rendre plus incitatif (3 033 entreprises bénéficiaires d'un montant cumulé de 2,9 milliards de francs en 1999), mais son montant est calculé à partir de l'accroissement de l'effort de recherche et non à partir de l'effort de recherche lui-même ; il provoque des effets pervers et comporte en lui-même la cause de son extinction car, une fois atteint le taux cible de dépenses de R&D sur chiffre d'affaires, l'effort de recherche plafonnera. En outre, son assiette ne retient pratiquement pas les dépenses consacrées à l'innovation, contrairement à certains autres pays.
- **Fonds communs de placement dans l'innovation** : la loi sur l'innovation et la recherche a assoupli le critère d'éligibilité des sociétés aux FCPI qui permettent de renforcer les fonds propres des entreprises innovantes non cotées comptant moins de 500 salariés ; mais, à ce jour, son application en a été limitée.
- **Les crédits d'intervention**, tels les réseaux de recherche et d'innovation technologique, sont une bonne initiative.
- **Autres aides** : des fonds d'amorçage, visant à accompagner les créateurs d'entreprises lors de la phase dite d'« incitation », ont été créés et dotés de 150 millions de francs. Cette initiative est à saluer, mais reste extrêmement modeste. On peut d'ailleurs s'interroger sur le rôle que doit jouer l'initiative publique dans ce domaine, à mesure que se développent des sources privées adaptées.

## L'ÉTAT ASSUME DE MOINS EN MOINS SON RÔLE D'INITIATEUR ET DE CATALYSEUR DE LA RECHERCHE INDUSTRIELLE SUR LES TECHNOLOGIES DE RUPTURE

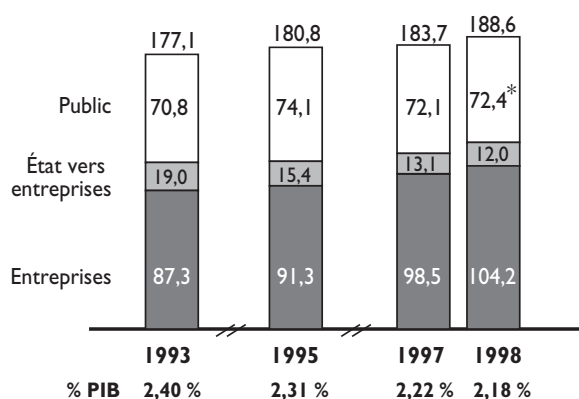
A la suite de la seconde guerre mondiale, tout particulièrement du fait de la nationalisation des grandes industries, le développement industriel s'était caractérisé par la participation active de l'Etat. Inscrivant son action dans une perspective de reconstruction nationale et de rattrapage technologique des Etats-Unis, l'Etat a su encourager une politique industrielle volontariste.

Cette politique industrielle était essentiellement une politique sectorielle visant à promouvoir, par de grands projets, des industries de pointe jugées indispensables à la modernisation des infrastructures, l'indépendance énergétique, l'autonomie technologique ou la défense nationale.

Ces grands projets industriels, d'origine politico-militaire, donnèrent lieu à la création de champions nationaux, devenus leaders mondiaux grâce à des partenariats européens, et façonnèrent la spécialisation industrielle du pays ; d'où la notion de « projets structurants ». Le financement public de la R&D et le soutien des entreprises s'y consacrant, grâce à des marchés publics, étaient cette politique industrielle de type « top-down ».

Certes, aujourd'hui, dans un contexte de mondialisation et d'abaissement des frontières, avec la réduction de la sphère publique, la légitimité et l'efficacité de l'action de l'Etat sont parfois remises en cause. Cependant il est clair qu'en matière de R&D nationale, l'Etat garde des responsabilités particulières dans tous les pays.

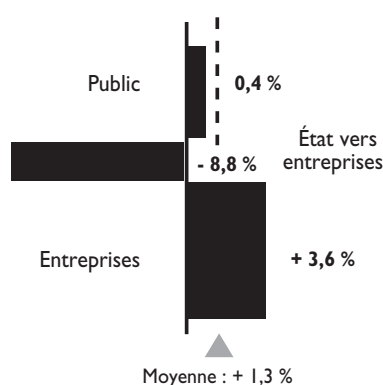
**Figures 2 : ÉVOLUTION DES FINANCEMENTS DE LA R&D EN FRANCE PAR ORIGINE (MDS FRANCS)**



\* dont 54 MdsF de BCRD (Budget civil de R&D Technologique)

Sources : ministère de l'Éducation Nationale et ministère de la Recherche

**ÉVOLUTION MOYENNE ANNUELLE 1993-1998 (%)**



## LA RECHERCHE ET L'INNOVATION

Or, depuis dix ans, la Défense, les administrations et les organismes publics de recherche ont réduit fortement les crédits publics alloués à la recherche industrielle dans les entreprises. Les grands programmes technologiques ont été les plus touchés par cette réduction : en 2000, ils représentaient moins de 17 % des financements publics aux entreprises, contre 25 % en 1993, soit une réduction de près de 60 % en valeur absolue (voir figures 2).

### **GLOBALEMENT, LE SYSTÈME FRANÇAIS DE RECHERCHE ET INNOVATION EST RELATIVEMENT INEFFICACE**

L'économie doit s'appuyer sur un réseau d'institutions publiques et privées, dont les activités et les interactions initient, impulsent, modifient et diffusent les nouvelles technologies : un système national d'innovation. C'est pourquoi l'amélioration de l'efficacité des systèmes nationaux d'innovation et de recherche doit constituer une priorité majeure des pouvoirs publics.

Rien de comparable en France au *Bayh-Dole Act* voté par le Congrès américain en 1980, confiant aux universités, et non plus à l'État, la mission de valorisation des résultats de la recherche publique, et qui est reconnu aujourd'hui comme un puissant accélérateur d'innovation dans ce pays.

Malheureusement, la France est confrontée à un paradoxe, mis en évidence dans le rapport Cohen-Lorenzi (2000), que l'on peut résumer par cette question : « Pourquoi n'arrivons-nous pas à transformer nos percées scientifiques en innovations et en entreprises qui renouvellent notre tissu industriel ? ». En effet, l'efficacité du processus d'innovation et, en particulier, la valorisation des résultats de la recherche publique, restent, en France, très inférieures à celles observées dans nombre d'autres pays.

Ce paradoxe peut être expliqué par des raisons structurelles et des raisons de comportement.

Celles-ci engendrent un contexte national peu favorable au développement de l'innovation et une mauvaise coordination de la recherche hexagonale ainsi que de médiocres conditions, en particulier incitatives, offertes à nos chercheurs.

La capacité d'innovation d'une nation ne dépend pas uniquement de la capacité des firmes à produire de nouvelles technologies. Les mécanismes de diffusion des savoirs et l'aptitude des différents acteurs – individus, entreprises ou organisations – à les absorber et à les utiliser sont tout aussi essentiels ; notamment, l'articulation entre les activités de recherche et les activités productives est cruciale. Un système national d'innovation efficace doit donc se caractériser par une forte connectivité entre les principaux acteurs de l'innovation : entreprises

– sans négliger les PME –, universités, instituts et laboratoires publics. Or, ce n'est pas le cas en France où l'on observe une faible connectivité entre la recherche scientifique et la recherche techno-industrielle.

La France dispose cependant d'un réseau de Centres Techniques Professionnels souvent performants qui jouent un rôle intéressant dans la diffusion des techniques incrémentales qu'il ne faut pas négliger, à côté des technologies de rupture, pour l'efficacité du tissu industriel. On peut craindre malheureusement que ce réseau ne soit mis en péril du fait de récentes décisions administratives...

### **L'EFFICACITÉ INSUFFISANTE DU SECTEUR PUBLIC, EN PARTICULIER DU CNRS, PÈSE SUR L'EFFORT GLOBAL**

La Recherche Publique en France, avec un budget civil de près de 9 milliards d'euros, comprend un grand nombre d'organismes de statuts variés et rapportant à des tutelles dispersées. La proportion des « chercheurs publics » est de 27 % en France contre 7 % aux Etats-Unis.

Un certain nombre de caractéristiques historiques communes handicapent leur productivité :

- Un personnel relativement âgé, peu mobile et mal motivé du fait d'un attrait limité des carrières ;
- Des duplications d'activités, dues à une absence de coordination ;
- Une fragmentation excessive des équipes nuisant à l'interdisciplinarité (40 Secteurs au CNRS, des centaines de laboratoires en bio-technologies, etc.) comme à la performance (qualité/taille sous critique) ;
- Des allocations de ressources relativement figées ne favorisent pas les domaines émergents tels que NTIC et biotechnologies ;
- Une centralisation administrative et une bureaucratie excessives entretenant des liens insuffisants avec les universités régionales ;
- Une absence de mesure de la qualité des travaux et d'évaluation des résultats de la Recherche, dans un référentiel mondial, ce qui ne favorise pas l'émergence d'équipes de grande qualité ;
- L'éloignement des entreprises, dû à une hostilité traditionnelle au monde marchand, ce qui se traduit, à la fois, par un poids relatif trop lourd de certaines disciplines et un intérêt industriel incertain.

## LA RECHERCHE ET L'INNOVATION

Les critiques les plus vives s'adressent au CNRS. Celui-ci compte 11 000 chercheurs pour un effectif global de 26 000 personnes. En 2000, le CNRS n'a déposé que 161 brevets. Parmi les « chercheurs », une fraction importante, peu motivée, mais pratiquement sans contrainte de résultat, se disperse en travaux divers, sans implication économique, mais aussi sans projet cohérent d'ensemble.

A budget donné, la masse salariale ainsi gonflée empêche de mieux rémunérer les plus productifs et limite les capacités d'investissement en moyens d'expérimentation, ce qui pénalise encore plus la productivité globale.

Enfin, l'emprise de syndicats corporatifs, totalement allergiques au monde marchand, empêche toute dynamisation et restructuration ; ainsi se trouve bloqué, jusqu'à présent, le projet, pourtant pertinent, de rattacher les sciences sociales aux universités.

### EN RÉSUMÉ

Force est de constater que la France, comme l'Europe, ont décroché par rapport aux Etats-Unis, en termes de R&D, d'innovation, de brevets et de renouvellement du tissu industriel.

La faiblesse française repose sur une insuffisante prise en compte de la dimension systémique de l'innovation et, notamment, de l'importance des interactions et interdépendances Industrie-Etat-Université.

Or, dans le même temps, de nouveaux défis technologiques sont apparus :

- Diffusion des technologies de l'information et de la communication ;
- Avancées des biotechnologies (génomique, protéomique, etc.) ;
- Protection de l'environnement ;
- Maintien ou développement de sources d'énergie sûres, compétitives et propres.

Ces défis ne peuvent être relevés qu'en partenariat Etat-Industrie. Mais les modalités de ce partenariat sont aujourd'hui à repenser.

Deux grandes lignes d'action se dégagent :

- Tout d'abord, l'Etat doit reprendre un soutien plus actif à la R&D industrielle, notamment dans le cadre de projets structurants, définis et conduits avec les entreprises.
- Ensuite, l'Etat doit donner au « système d'innovation », aux institutions publiques comme aux entreprises, des marges de manœuvre comparables à celles existant dans les autres pays, en particulier :
  - Les transferts de technologie à partir des organismes publics de R&D, encouragés par la loi sur l'innovation de 1999, doivent être inscrits au cœur des missions de ces organismes, avec une mise en œuvre géographiquement déconcentrée, dont l'efficacité n'est plus à démontrer.
  - Les mécanismes incitatifs français sont souvent imaginatifs mais trop complexes et confus, surtout si l'on considère la relative modestie des montants mis en œuvre. Il convient de les simplifier et d'en assurer la diffusion par les procédures ou organismes les plus efficaces pour les entreprises, particulièrement l'ANVAR.
  - Le système fiscal français, encore peu favorable à l'innovation, requiert une remise en cause fondamentale.

**Daniel Dewavrin**

*Président de  
l'Union des Industries et Métiers de la Métallurgie (UIMM)  
et du Groupe des Fédérations Industrielles (GFI)*

## TABLE DES MATIÈRES

---

INTRODUCTION .....	5
<b>1. TECHNOLOGIES ET DÉVELOPPEMENT : DES INGRÉDIENTS DE LA SUPERPUISSANCE AMÉRICAINE .....</b>	<b>7</b>
1. QUELQUES CHIFFRES ET ORDRES DE GRANDEUR .....	7
2. LE RÔLE DU GOUVERNEMENT FÉDÉRAL .....	8
3. LA RECHERCHE SUR LES CAMPUS .....	10
4. DANS LES LABORATOIRES DE L'INDUSTRIE .....	11
5. PROMOUVOIR ET EXPLOITER L'INNOVATION .....	13
6. DES FORCES ET DES FAIBLESSES DU SYSTÈME .....	15
<b>2. RECHERCHE ET INNOVATION AU ROYAUME-UNI .....</b>	<b>19</b>
1. LES SOURCES DE FINANCEMENT .....	19
2. LA MISE EN ŒUVRE DE LA RECHERCHE .....	26
3. LE PARCOURS VERS LE MARCHÉ .....	28
<b>3. LE SYSTÈME DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION EN ALLEMAGNE : ACTEURS, ORGANISATION ET POLITIQUES .....</b>	<b>31</b>
1. LES CARACTÉRISTIQUES ÉCONOMIQUES DU SYSTÈME ALLEMAND DE L'INNOVATION .....	31
2. PANORAMA DE LA RECHERCHE PUBLIQUE ET DE LA RECHERCHE PRIVÉE .....	33
3. ÉVOLUTION FUTURE .....	34



<b>4. LE SYSTÈME SUÉDOIS DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION .....</b>	<b>38</b>
<b>1. LA SUÈDE ET LE MONDE .....</b>	<b>38</b>
<b>2. LES CARACTÉRISTIQUES DU SYSTÈME DE L'INNOVATION SUÉDOIS . . . .</b>	<b>39</b>
<b>3. LA R&amp;D PRIVÉE .....</b>	<b>41</b>
<b>4. LA R&amp;D PUBLIQUE .....</b>	<b>43</b>
<b>5. LES INNOVATIONS ET LEUR MISE SUR LE MARCHÉ .....</b>	<b>45</b>
<b>6. FORCES ET FAIBLESSES .....</b>	<b>46</b>
<b>5. ET LA FRANCE ? .....</b>	<b>48</b>