

Recherche et innovation : la France dans la compétition mondiale

Recherche et innovation

→ *L'internationalisation croissante de l'activité de recherche et développement, l'accroissement de la concurrence entre les grands pays développés et le renforcement de l'intégration européenne constituent autant d'éléments nouveaux auxquels doit faire face le système d'innovation. Dans ce contexte de mondialisation, où la compétition économique repose de plus en plus sur les capacités des pays à innover, quel diagnostic porter sur le système de recherche et d'innovation français et quelles adaptations promouvoir pour en accroître l'efficacité ? Cet article présente les principales conclusions du rapport MAJOIE¹ qui, sur la base d'un diagnostic porté sur le système national, comparé à celui de dix pays industrialisés, et de l'analyse des scénarios d'évolution probables, identifie trois leviers à mobiliser. Ils visent à améliorer le mode de gouvernance du système de recherche et d'innovation, à promouvoir la responsabilisation des acteurs et enfin à rendre l'espace national et européen plus compétitif.*

Mohamed HARFI
Chargé de mission, Service des Études et de la Recherche,
Commissariat général du Plan
Brigitte RÉMY
Chef du Service des Études et de la Recherche,
Commissariat général du Plan

Dans un contexte de mondialisation, la capacité des pays à innover constitue un facteur-clé de la compétitivité économique. La croissance observée ces dernières années corrobore ce constat, notamment aux États-Unis, où elle a été largement stimulée par des innovations qui se sont transformées en succès mondiaux, dans des secteurs stratégiques à forte valeur ajoutée. Par ailleurs, le dynamisme économique de certains « petits » pays, industrialisés ou nouvellement industrialisés, suggère que l'efficacité des systèmes de recherche et développement (R&D) et d'innovation ne dépend pas seulement du potentiel de recherche dont dispose un pays, mais aussi, dans une large mesure, de leur mode de « gestion » et de la qualité des relations qui s'établissent entre les acteurs qui le composent. Ainsi, l'amélioration de l'efficacité globale des systèmes nationaux d'innovation et de recherche devient une priorité des pouvoirs publics, tant les enjeux pour la croissance et pour l'emploi sont considérables.

Cette recherche d'efficacité s'opère dans un environnement mondial caractérisé par l'entrée dans la « société de l'information ». Plus que dans sa composante technique, avec l'explosion des innovations technologiques ainsi que leur diffusion de masse, qualifiées déjà de troisième révolution industrielle, c'est surtout dans l'ampleur des transformations que celles-ci introduisent en termes d'organisation et d'action des acteurs, publics et privés, que réside la profonde mutation. Mais d'autres secteurs, comme celui des biotechnologies, connaissent également une évolution équivalente en termes de découvertes et d'innovation. Un des symboles communs à l'évolution de ces secteurs est le développement des *start-up* qui sont

NOTE

1. Cf. encadré.

devenues un maillon souvent essentiel de l'innovation, parce que plus créatives et plus flexibles. C'est dire aussi qu'avec la montée globale des activités d'innovation, l'effort de formation, tant initiale que continue, parce qu'il conditionne la capacité à maîtriser le savoir et à l'exploiter pour la construction d'avantages comparatifs des pays, devient aussi une priorité majeure.

L'environnement des firmes a parallèlement connu de profonds changements durant les deux dernières décennies : une mondialisation des marchés accompagnée d'un fort mouvement de dérégulation, l'émergence de nouveaux pays industrialisés concurrents et l'accélération des changements techniques, amplifiée par le raccourcissement du cycle de vie des produits. Ces changements se sont traduits, en partie, par l'intensification de la concurrence, devenue mondiale et principalement fondée sur les capacités de développement de nouveaux produits ainsi que sur la rapidité de leur mise sur le marché. Dans ce contexte, la meilleure allocation des ressources financières et humaines en R&D entre les différents pays renforce les avantages compétitifs des firmes multinationales fondés sur l'innovation. Ainsi, l'internationalisation s'étend de plus en plus aux activités de R&D sous différentes modalités.

Ces évolutions, auxquelles s'ajoutent le renforcement du rôle des régions et l'intégration européenne, et par là même l'affirmation de l'Union européenne comme acteur de financement et de coordination de certaines activités de R&D, sont autant d'éléments qui ont justifié l'inscription de ce thème, en particulier dans le prolongement des conclusions du rapport GUILLAUME [1], parmi les axes du programme de travail

NOTES

2. Cf. rapport MAJOIE (*op. cit.*, encadré) pour plus de détails.
3. Cf. chapitre II « L'internationalisation de la R&D industrielle : chance ou défi pour le système national de R&D et d'innovation ? » in rapport MAJOIE (*op. cit.*).
4. 80 % des alliances technologiques internationales sont réalisées par des entreprises originaires de l'ALENA (États-Unis, Canada, Mexique), de l'Union européenne et des pays développés de la zone Asie (Japon, Corée, Singapour et Taïwan).
5. Les alliances technologiques de la France sont principalement concentrées sur quatre pays : 50 % avec les États-Unis, le Japon, la Grande-Bretagne et l'Allemagne représentant chacune en moyenne 10 %.
6. Cf. Titre IV, Chapitre 1, « La recherche et l'innovation dans les technologies de l'information et de la communication » in rapport MAJOIE (*op. cit.*).
7. Cf. Titre IV, Chapitre 2, « Les sciences du vivant » in rapport MAJOIE (*op. cit.*).

du Commissariat général du Plan, établi par le Premier ministre en mars 1998. Le rapport MAJOIE, dont le volet comparatif international était au cœur des analyses, est issu des travaux de quatre groupes thématiques et de quatre chercheurs de renom chargés d'éclairer et de compléter ces analyses par un point de vue sectoriel. Cet article en présente la synthèse, tout en intégrant les réalisations ou impulsions données depuis l'achèvement des travaux, en quatre points : les tendances lourdes qui caractérisent les activités de R&D ; les principaux éléments de constat quant à l'effort national de recherche ; l'étalement des performances et du mode de gouvernance du système national ; ainsi que les leviers d'action identifiés².

LES TENDANCES LOURDES

Une internationalisation de la R&D industrielle

Les stratégies des firmes multinationales dans le domaine de la R&D se déploient désormais au niveau mondial en une combinaison complexe visant à optimiser la répartition des activités à exécuter en interne, à sous-traiter, ou à développer dans le cadre de partenariats. Durant la période 1988-1995, les coopérations inter-firmes des entreprises françaises, qui constituent une modalité privilégiée d'internationalisation et d'externalisation de la R&D industrielle, ont plus que doublé³. Cette tendance concerne aussi la plupart des pays industrialisés, avec toutefois une forte « triadisation » et une forte concentration sur certains secteurs⁴. La France présente une configuration relativement proche de la moyenne européenne, avec une structure des alliances à 11 % nationales, 29 % intra-européennes et 60 % en dehors de la zone de l'Union européenne⁵. Parallèlement, les dépenses externalisées ont connu une forte croissance depuis 1985, pour atteindre 20 % en 1996. Quant aux dépenses en R&D des filiales étrangères dans la zone OCDE, elles ont atteint, en 1994, 12 % des dépenses totales de R&D industrielle des quinze principaux pays de l'OCDE. En France, la part des dépenses de R&D des filiales étrangères dans la dépense intérieure de recherche et développement (DIRDE) était de 18 % en 1996 contre 11 % en 1985, avec une forte concentration sectorielle (la part variant de 1 % pour l'industrie aérospatiale jusqu'à 51 % pour l'industrie pharmaceutique) et par pays d'origine des filiales (les entreprises sous contrôle américain représentaient 34 % des dépenses de R&D de l'ensemble des filiales étrangères contre 60 % pour les entreprises d'origine européenne et 1 % pour celles d'origine japonaise).

Dans ce contexte, l'objectif des pays, en compétition pour l'accueil de ces activités, est de renforcer l'attractivité de leur territoire : la qualité du personnel de recherche, comme le confirme l'étude réalisée en 1999 par la *Boston Consulting Group* pour le compte de la Délégation aux investissements internationaux (ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie), est le premier critère qui conditionne le choix de localisation par les firmes multinationales de leurs activités de R&D. Si la France, jugée à cette aune, est bien positionnée, le manque de continuité et de flexibilité de l'environnement financier, fiscal, réglementaire, de même que la culture du non-droit à l'échec, entrave à l'entrepreneuriat et à l'essor des *start-up*, sont considérés comme des points faibles.

Des relations partenariales plus sélectives

Par ailleurs, la gestion de l'innovation par les firmes s'appuie sur des relations partenariales plus sélectives que dans le passé. En effet, plus du tiers des relations partenariales engagent autour de la conception des produits à la fois les clients et les fournisseurs [2] [3]. La sélection des partenaires s'accompagne de la mise en œuvre de procédures de certification, d'audits et de savoir partagé qui restreignent le cercle des entreprises sous-traitantes de premier rang, et constituent des barrières à l'entrée pour d'éventuels nouveaux partenaires. De plus, les exigences de compétitivité ont parfois, notamment s'agissant des grandes entreprises publiques, et en particulier dans le secteur de la défense, conduit à restreindre le niveau des dépenses de R&D, occasionnant des difficultés à toute une population de PME. Enfin, et particulièrement en France, la majeure partie des petites et des moyennes entreprises innovent rarement, ou éprouvent des difficultés à concrétiser leurs projets [4], sans doute en raison d'une conception trop technologiste des aides à l'innovation, alors que d'autres dimensions, notamment servicielles, sont importantes.

Le caractère particulièrement stratégique de l'innovation dans certains secteurs dynamiques de l'économie

Quatre secteurs parmi les plus dynamiques de l'économie ont été étudiés pour mieux illustrer les nouvelles tendances à l'œuvre : les technologies de l'information et de la communication (TIC), les biotechnologies, l'environnement, et les services.

La convergence entre informatique, télécommunications et audiovisuel, la forte valeur ajoutée générée, le potentiel de création d'emplois qualifiés, directs ou indirects, le rôle sociétal d'Internet et le développement du

commerce électronique, ainsi que le rôle-clef des TIC dans le développement des sciences, des technologies et dans l'organisation des entreprises et plus largement du système productif, invitent à inscrire ce secteur dans les priorités nationales⁶. Ainsi, l'importance des coûts d'investissements en R&D et le caractère stratégique et diffusant de ce secteur expliquent à la fois l'implication de plus en plus grande de certains États, en particulier les États-Unis (soutiens financiers aux activités de R&D et stimulation des coopérations entre industrie et laboratoires publics de recherche), et l'intensification des alliances stratégiques inter-firmes. Cependant, force est de constater le rôle prépondérant de l'Amérique du Nord, particulièrement dans le domaine de l'informatique, à la fois dans la production des technologies et la définition des normes, dans l'émergence d'importants monopoles, dans la concentration élevée de capital-risque favorable au développement des *start-up*, et surtout en termes d'attractivité à l'égard de la main-d'œuvre qualifiée.

Les sciences du vivant et leurs développements récents, les biotechnologies, illustrent les changements profonds et rapides qui peuvent affecter un domaine de recherche jusqu'alors traditionnel, avec aussi l'émergence d'enjeux économiques, sociétaux et éthiques majeurs⁷. Ce secteur se caractérise par l'apparition d'un tissu dynamique de *start-up*, interfaces spécifiques entre la recherche académique et les entreprises privées. Leurs recherches, très fondamentales, répondent aussi aux besoins des grands groupes toujours en quête de l'excellence scientifique et d'une plus grande efficacité, ceux-ci en assumant ensuite les coûts de développement, prohibitifs pour ces PME. C'est aux États-Unis, où le plus grand nombre d'entre elles s'est déployé, que sont installées la plupart des vingt premières firmes pharmaceutiques mondiales (sept sur les dix premières). C'est dire le rôle des *start-up* en tant que facteur d'attractivité du territoire et de fécondité des marchés. De ce fait, les biotechnologies ont fait l'objet d'une attention toute particulière aussi bien en termes d'investissement en recherche que de création d'entreprises. C'est également un secteur largement fondé sur la levée de capitaux privés. La plupart des firmes de biotechnologies aux États-Unis se sont financées sur le *NASDAQ*. En Europe, ce mode de financement est nettement moins développé, même s'il est aussi pratiqué avec parfois des capitalisations boursières importantes, notamment en France.

Lors des vingt dernières années, la croissance des pays industrialisés s'est caractérisée par une forte tertiarisation, particulièrement en France où ce secteur a atteint aujourd'hui plus des deux tiers des richesses produites. Si les services marchands ont créé de nombreux emplois, ils se sont profondément renouvelés par un processus d'innovation. En effet, la première enquête innovation menée en France sur certains secteurs des

services⁸ souligne que la seule composante technologique de l'innovation concerne la moitié des entreprises de 10 personnes. Ce chiffre, bien qu'il ne tienne pas compte de la part importante des innovations non technologiques, est bien plus élevé que celui de l'industrie manufacturière et souligne le dynamisme des PME dans ce domaine. Paradoxalement, celles-ci ont peu bénéficié de l'intérêt et du soutien des pouvoirs publics qui n'ont pas su réformer les aides en les adaptant à ce type d'innovation⁹.

L'impact économique de l'activité environnementale est difficile à chiffrer car celle-ci touche l'ensemble des activités socio-économiques. Cependant, certains domaines industriels sont plus directement concernés et l'intègrent largement dans leur démarche d'innovation et de marketing, tandis qu'à un niveau plus large, c'est la qualité environnementale procurée par les biens et services collectifs qu'il convient d'apprécier. La demande sociale, de plus en plus forte, génère donc sans cesse de nouveaux besoins de connaissance qui justifient l'intérêt porté à ce champ. Ces questions se posent le plus souvent en termes de recherches, de définition de normes et de règles de droit, mais aussi aujourd'hui de mise en œuvre de nouvelles régulations par voie d'incitations économiques, en termes également de procédés et de méthodes et enfin de surveillance et de contrôle. Le caractère extrêmement pluridisciplinaire des recherches dans le domaine de l'environnement exige d'une manière générale une forte coordination institutionnelle (ministères, organismes de recherche publics, entreprises...) ¹⁰, point qui s'est révélé défaillant dans le passé. Enfin, les problèmes d'environnement doivent de plus faire appel à une démarche d'anticipation et d'analyse prospective, servant de fondement à l'élaboration des

stratégies nationales dans ce domaine, démarche là aussi insuffisamment développée en France.

D'un point de vue plus transversal, l'étude de ces quatre secteurs est riche d'enseignements. Ils ont tous un développement fondé sur des innovations souvent produites par des travaux de nature interdisciplinaire. Les sciences humaines et sociales y tiennent une place particulière, que ce soit en termes d'usages, d'éthique, d'acceptabilité du progrès, de régulation... Enfin, malgré un diagnostic très tôt porté sur l'intérêt stratégique de ces secteurs, la politique de R&D française a éprouvé des difficultés à effectuer des redéploiements en leur faveur, soit globalement, soit sur certains champs jugés pourtant importants.

□ L'EFFORT NATIONAL DE R&D : LES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS DE CONSTAT

Un potentiel humain de qualité, mais un vieillissement inquiétant de la recherche publique

Les ressources humaines sont au cœur du processus d'innovation. Les efforts de formation accomplis par l'État, notamment grâce à la politique volontariste menée en faveur des docteurs, et ceux d'embauche par les entreprises ont permis de combler en termes quantitatifs, même si ce n'est qu'en partie, le retard de la France par rapport aux principaux pays de l'OCDE sur la période 1980-1995¹¹. L'offre de travail des diplômés a globalement rencontré une demande, tant de la part du secteur public que des entreprises. Le chômage des chercheurs reste comparativement faible [5], malgré une augmentation jusqu'à une date récente comme pour l'ensemble de la population des cadres, et plutôt de courte durée.

L'accroissement de ce potentiel humain est le fruit d'une plus grande « accessibilité » des formations supérieures (universitaires et d'ingénieurs), y compris doctorales, accompagnée d'un large éventail d'aides en faveur du recrutement des bac + 5 (allocations de recherche, CIFRE¹², ARI¹³), mais aussi des techniciens supérieurs dans les entreprises (CORTECHS¹⁴). Il a profité principalement aux docteurs, notamment aux ingénieurs-docteurs, aux formations universitaires, les ingénieurs non docteurs représentant 55 % des chercheurs (contre 58 % en 1984) [6] [7].

Cependant, bien que la proportion des jeunes scientifiques et ingénieurs ait pratiquement doublé et s'établit à un niveau désormais quasiment comparable à celui des principaux pays industrialisés, la situation

NOTES

8. Cf. Titre IV, Chapitre 4, « L'innovation dans les services » in rapport MAJOIE (*op. cit.*).

9. À noter toutefois que l'ANVAR vient d'étendre ses financements aux innovations dans les services, particulièrement celles basées sur les technologies de l'information et de la communication, cf. dossier de presse du 04 mai 2000.

10. Cf. Titre IV, Chapitre 3, « Recherche et innovation dans les sciences de l'environnement » in rapport MAJOIE (*op. cit.*).

11. Les données disponibles concernant le personnel de recherche ne permettaient pas une comparaison internationale pertinente au-delà de l'année 1995.

12. Convention industrielle de formation par la recherche.

13. Aide au recrutement pour l'innovation.

14. Convention de formation par la recherche de techniciens supérieurs.

demeure fragile ; en particulier, avec 6 chercheurs pour 1 000 actifs, la France reste très en deçà des États-Unis (7,4) et du Japon (8,3) (tableau 1). De plus, le caractère encore actuellement limité de la fuite des cerveaux ne doit pas masquer un risque, à terme, de pénurie dû à la diminution du nombre des thèses scientifiques et technologiques, conséquence de la baisse, dans ces disciplines, du nombre des étudiants inscrits en DEA, et à la moindre attractivité du système de formation à l'égard des étudiants étrangers¹⁵. Cette tendance persiste et ce malgré un contexte conjoncturel favorable à l'embauche des docteurs, même si la croissance des effectifs publics de recherche ralentit [7] [8].

Une des spécificités de la recherche française concerne la gestion des ressources humaines, trop peu développée dans le secteur public malgré la qualité et l'importance qui leur est reconnue. Il en résulte deux déficits majeurs : le premier est dû à l'absence d'anticipation des effets induits par le vieillissement¹⁶, pourtant inquiétant comme le révèle l'analyse de la pyramide des âges, affinée selon les institutions et les disciplines, par deux études récentes [9] [10]. Ce constat, reflet de l'évolution démographique de la plupart des pays développés, n'est pas propre à la France, mais sa spécificité tient au fait que la simple correction des déséquilibres démographiques à venir par le seul jeu des remplacements des départs à la retraite risque d'hypothéquer à terme la qualité de l'appareil scientifique national. Le second déficit réside, en dépit des mesures incitatives conçues pour décloisonner le système de la recherche publique, dans la faible mobilité, qu'elle soit thématique, vers l'industrie, inter-organismes, entre organismes de recherche et universités ou géographique, sauf, sur ce dernier point, lorsque des mesures spécifiques ont été mises en œuvre suite aux décisions de rééquilibrage et de décentralisation prises par le Comité interministériel d'aménagement du territoire. Cependant, les interactions entre établissements de recherche sont certainement beaucoup plus nombreuses que les chiffres ne le montrent : ces interactions, formelles et informelles, sont en effet à la base du fonctionnement des communautés scientifiques.

Un effort national de R&D substantiel qui masque des effets de masse

L'effort global de la France en R&D, évalué par la dépense nationale (DNRD¹⁷), s'établit en 1997 à 183,5 milliards de francs, soit 2,26 % du PIB contre 2,45 % en 1993, avec une stagnation en volume depuis cette date, sauf en 1998 où les premières estimations

TABLEAU 1 – Évolution du poids des effectifs de recherche par pays

| | Milliers de chercheurs | | Pour 1 000 actifs | |
|---------------|------------------------|--------------|-------------------|------------|
| | 1980 | 1993 | 1981 | 1995 |
| États-Unis | 651,1 | 962,7 | 6,2 | 7,4 |
| Japon | 303,2 | 526,5 | 5,4 | 8,3 |
| Allemagne | 120,7 | 229,8 | 4,4 | 5,9 (1) |
| France | 74,9 | 145,9 | 3,6 | 6,0 |
| Royaume-Uni | 127,0 | 140,0 | | 5,2 |
| Italie | 47,0 | 74,4 | 2,3 | 3,2 |
| Canada | 40,5 | 76,6 | 3,4 | 4,6 |

(1) La réunification allemande limite ce chiffre.

SOURCES : MENRT, OCDE, National Science Foundation, 1998.

semblent indiquer l'amorce d'une inversion de tendance. Comparée aux pays de l'OCDE, la France se situe derrière les États-Unis, le Japon, l'Allemagne et des États de taille économique moyenne comme la Suède ou la Suisse. Toutefois, ces efforts en R&D masquent des effets de masse. En effet, en 1995, l'effort en volume des États-Unis est équivalent à celui, en données cumulées, des autres pays du G7, à savoir le Japon, l'Allemagne, la France, le Royaume-Uni, l'Italie et le Canada. L'ampleur de ces écarts traduit la difficulté pour la France, mais aussi pour les autres pays européens, à maintenir leurs efforts, tant publics que privés, dans l'ensemble des secteurs de haute technologie et appelle une véritable politique de choix stratégiques.

Plus précisément, l'évolution des dépenses de recherche française est marquée par deux tendances [11]. La première concerne la diminution particulièrement forte du financement des administrations, en raison surtout de la baisse des fonds alloués par la Défense. Cependant, l'intensité des financements publics de recherches civiles montre que, hormis par rapport à

THÈME

NOTES

15. Dans le domaine des technologies de l'information et de la communication, de nouvelles mesures ont été prises par le troisième Comité interministériel pour la société de l'information (CISI) du 10 juillet 2000 pour favoriser l'attractivité de la formation supérieure en France pour les étudiants étrangers.

16. Cette évolution n'est pas spécifique à la seule population de chercheurs ; cf. Rapport Jean-Michel CHARPIN, *L'avenir de nos retraites*, Commissariat général du Plan, Documentation française, avril 1999.

17. Dépense nationale de R&D. Cet agrégat mesure le financement des activités de R&D, alors que la dépense intérieure de R&D (DIRD) reflète leur exécution.

l'Allemagne, la France réalise encore en 1996 un effort supérieur à celui des États-Unis, du Japon et du Royaume-Uni (graphique 1, tableau 2)¹⁸. Ce point devra toutefois être vérifié sur des données plus récentes lorsqu'elles seront disponibles. L'analyse de l'impact de la baisse des contrats de R&D de défense tend à montrer que ce sont les PMI-PME qui ont le plus souffert : la disparition d'un nombre important de ces firmes, qui jouent traditionnellement un rôle central de couveuse technologique pour le pays, est due à la raréfaction des sous-traitances de la part du ministère de la Défense ou des grandes entreprises. Cet impact a été amplifié par la modification du périmètre des interventions publiques, rendue nécessaire en raison du mouvement de déréglementation au niveau européen, en particulier dans les télécommunications.

La seconde tendance réside dans l'augmentation du financement des entreprises, qui se prolongerait en 1998, confirmant l'accroissement régulier de la part des entreprises dans l'effort national de R&D (53,6% en 1997) [7]. Cependant, en termes d'exécution et sur moyenne période, il y a lieu de noter une baisse en volume des dépenses de R&D des entreprises, 1998 semblant toutefois là aussi amorcer un retournement de tendance. Les activités de R&D industrielle connaissent, à l'image de tous les pays industrialisés, y compris les États-Unis [12], de profonds changements : une forte croissance de l'externalisation par les entreprises de leurs activités et le développement des coopérations inter-firmes.

La montée de nouvelles sources de financement

Les aides civiles en faveur de la R&D et de l'innovation ont connu une transformation profonde au cours des dix dernières années, suivant deux mouvements complémentaires :

– tout d'abord, dans le prolongement des recommandations du rapport GUILLAUME, parallèlement aux

GRAPHIQUE 1 – Structure du financement de la R&D dans les principaux pays de l'OCDE (1995)

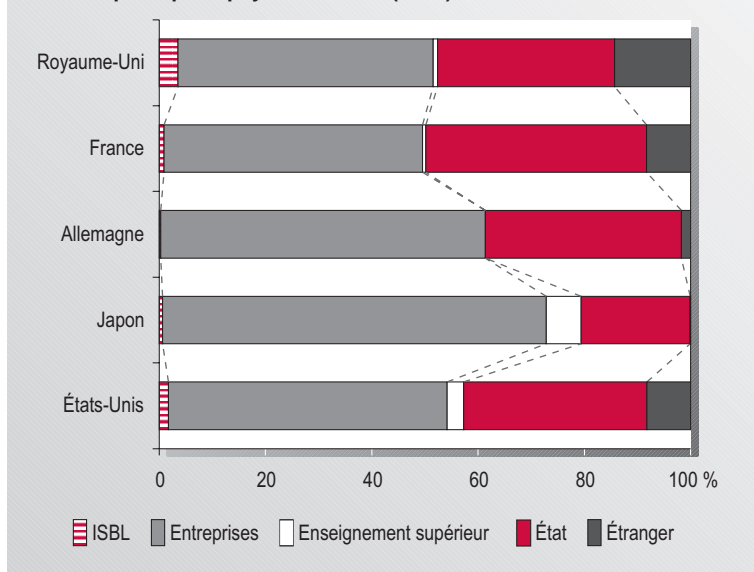


TABLEAU 2 – Les financements publics civils et militaires dans le PIB en 1996

| | Effort de R&D en % du PIB 1996 | dont | | dont | |
|---------------|--------------------------------|--|----------------------|----------------|--------------------|
| | | Financements non publics (étranger, ISBL, entreprises) | Financements publics | Crédits civils | Crédits militaires |
| États-Unis | 2,62 | 1,69 | 0,93 | 0,42 | 0,51 |
| Japon | 2,83 | 2,27 | 0,56 | 0,53 | 0,03 |
| Allemagne | 2,28 | 1,36 | 0,92 | 0,82 | 0,10 |
| France | 2,32 | 1,23 | 1,09 | 0,77 | 0,32 |
| Royaume-Uni | 1,94 | 1,15 | 0,79 | 0,49 | 0,30 |

SOURCES : MENRT, OCDE, Projets de loi de finances pour 1998, 1999.

actions traditionnelles en faveur des transferts de technologies et des aides directes dans le cadre des grands programmes, un effort de redéploiement vers les PME prolongé par des mesures ciblées en faveur du financement de l'innovation et des créations d'entreprises : politique des incubateurs, amélioration du cadre réglementaire (nouveau marché, FCPI¹⁹) et développement des fonds de capital-risque²⁰. La loi sur l'innovation 1999 a complété le dispositif en assouplissant les conditions d'attribution des BSPCE²¹ et en facilitant les collaborations entre les chercheurs publics et les entreprises ;

– une montée en puissance de nouvelles sources de financement, particulièrement les régions et l'Europe. Au niveau des régions dans le cadre des contrats de Plan État-région (CPER)²² ou d'opérations propres aux collectivités locales. Cependant, malgré le foisonnement des initiatives, force est de constater que la France ne dispose pas encore des quelques pôles technologiques de taille critique, dotés d'une visibilité et d'une attractivité forte au niveau international, avec

une concentration de laboratoires publics de recherche, d'établissements d'enseignement supérieur et d'entreprises. Par ailleurs, l'Europe, dont la politique de la science et de la technologie s'articule aujourd'hui autour de trois actions principales, avec à moyen terme l'ambition de la création d'un « espace européen de la recherche » [13]. Les programmes cadres (PCRD) qui concentrent la majeure partie des actions européennes en faveur de la recherche et représentent 3,9 % du budget communautaire, l'initiative EUREKA, et enfin les fonds structurels européens (FEDER), qui avec 16,1 % des financements communautaires [14], et malgré le caractère encore limité des actions de R&D inscrites dans ce cadre, semblent offrir des potentiels de croissance relativement importants.

Ainsi, comparée aux autres pays de l'OCDE, la France dispose sans doute de la palette la plus large de dispositifs d'aide à la recherche et à l'innovation, l'accent devant désormais plutôt être mis d'une part sur leur optimisation et leur mise en synergie, et d'autre part sur les masses financières à y consacrer, cette interrogation valant aussi bien pour le secteur public que pour le secteur privé.

□ ÉTALONNAGE DES PERFORMANCES ET DU MODE DE GOUVERNANCE DU SYSTÈME NATIONAL D'INNOVATION

Des performances faibles relativement au potentiel de qualité

Les performances de la recherche, mesurées généralement en termes de publications scientifiques, indiquent une forte concentration sur les pays de la Triade. Les États-Unis et l'Europe représentent chacun le tiers des publications scientifiques mondiales, contre 8 % pour le Japon. Parmi les pays de l'Union européenne, la France, qui a connu une forte progression durant la période 1990-1995, occupe avec 5,4 % la troisième place juste derrière l'Allemagne, stable à 6,3 %, et le Royaume-Uni dominant à 8,5 %. Cependant, si la densité des performances académiques, mesurée par le nombre de publications rapporté au PIB, montre que la France se situe dans une position comparable à celles des principaux pays de l'OCDE, il convient toutefois de souligner là aussi le dynamisme de pays plus petits comme la Finlande, Israël ou la Suède.

Mais d'autres indicateurs montrent que le problème principal de la France reste celui de la traduction des performances scientifiques en performances technologiques

au moins comparables. Ainsi, le poids relatif de la France baisse dans le système de dépôt américain de brevets de 3,03 % à 2,72 % entre les périodes 1991-1994 et 1995-1998, de même d'ailleurs que celui des autres pays européens et du Japon, les États-Unis enregistrant parallèlement une croissance de 1,3 points²³. Cette baisse se retrouve aussi dans le système européen, avec une baisse de la part mondiale de brevets d'origine française, de 8,5 % en 1990 à 6,8 % en 1997 [15].

Dans le domaine des produits de haute technologie (classification OCDE), la France a maintenu ses positions mondiales dans la production (près de 5 %) et dans les exportations (autour de 4,5 %), alors que l'Allemagne et le Royaume-Uni ont enregistré une forte baisse de leurs parts de marché, passant respectivement de 10,5 % à 6,9 % et de 10,4 % à 7,2 %. Cependant, cette stabilité masque une forte disparité sectorielle, caractérisée notamment par une forte progression dans les secteurs de l'aéronautique mais un recul dans les secteurs liés aux nouvelles technologies de l'information et de la communication (particulièrement dans l'électronique), et la pharmacie.

NOTES

18. Les financements en provenance de l'étranger émanent principalement de l'Union européenne, alors que dans le cas des États-Unis, il s'agit en grande partie de flux des maisons mères en provenance de leurs filiales majoritaires.

19. Fonds communs de placement pour l'innovation.

20. En particulier, la création du Fonds public pour le capital-risque, doté de 600 millions de francs et abondé par 300 millions de francs de la Banque européenne d'investissement, devrait faciliter la levée de l'ordre de 5 milliards de francs de nouveaux fonds vers les jeunes PME innovantes ; et le lancement d'un Fonds commun de placement à risque dans le domaine des biotechnologies (Bioam) qui s'inscrit dans un cadre plus large de créations de fonds nationaux d'amorçage sectoriels.

21. Bon de souscription de parts de créateur d'entreprise.

22. Depuis la loi de décentralisation du 15 juillet 1982. Ces actions sont financées de façon équilibrée entre État (2,6) et collectivités (2,9), soit 5,5 milliards pour la génération 1994-1999, dont le volet « transfert de technologie » représente une part importante.

23. Mais si l'on considère le « nombre consolidé de brevets » que constituent les dépôts aux États-Unis par les firmes françaises dans le monde, il enregistre à la fois une croissance en niveau de 4,8 % mais aussi en termes de part relative, passant de 2,46 % à 2,82 %. Ces données traduisent une bonne performance des firmes françaises à l'étranger et une consolidation de leur potentiel de recherche.

Ceci pose plus largement à terme un problème de compétitivité. Parmi les facteurs explicatifs avancés, quelques-uns paraissent plus prégnants pour la France. En particulier, la composante ressources humaines semble essentielle : dans sa dimension structurelle, avec un manque de personnels qualifiés, notamment dans les secteurs technologiques en forte croissance ; managériale avec des carrières en R&D moins attractives qu'à l'étranger, problème couplé dans le secteur public à l'insuffisante attention portée à la gestion des compétences et à leur adaptation aux nouveaux besoins de la recherche, particulièrement pour les ingénieurs et techniciens ; dimension enfin plus culturelle avec un manque d'orientation marché et une aversion au risque plus prononcée. Tout en étant fondées, ces constatations ne sont cependant parfois que la manifestation de blocages d'ordre organisationnels ou institutionnels : capacité des entreprises à promouvoir une organisation performante pour innover ; positionnement relatif de la fonction recherche au sein de leurs structures dirigeantes ; stratégie de valorisation du potentiel scientifique et de transfert vers l'industrie insuffisamment élaborée, étayée par des moyens trop faibles et des cadres juridiques inadaptés ; mode d'évaluation des chercheurs dans le public qui accorde peu d'importance aux efforts de coopération avec l'industrie ou à la mobilité.

Un étalonnage du mode de gouvernance du système national riche d'enseignements

À efforts similaires, la réussite de certains « petits » pays en termes de performances scientifiques et technologiques montre la complexité des liens entre potentiel de R&D, innovation et croissance. D'autres facteurs interviennent, notamment d'ordre systémique, pour expliquer de telles performances. Dans cette optique, l'étalonnage des « systèmes nationaux d'innovation » s'attache à la spécificité de chaque espace national, liée à la fois aux choix institutionnels passés et aux interactions privilégiées entre les acteurs qui le composent²⁴. L'observation, conduite sur dix pays étrangers, met en évidence plusieurs constats jugés intéressants au regard de la situation française²⁵.

Démarche de prospective stratégique et débat public : si la France a été le moteur de la « prospective » dans les années 1960, force est de constater qu'elle reste en retrait par rapport aux développements enregistrés dans d'autres pays industrialisés, même si l'exercice récent sur les technologies-clés du ministère chargé de l'industrie, dont la seconde édition vient de s'achever, constitue un élément positif dont il conviendra d'observer les effets sur le moyen terme. En effet, dans les pays où l'on assiste à une montée en puissance de ces travaux, la démarche mise en œuvre est inscrite dans le temps,

les débats qu'elle favorise produisent des effets positifs, notamment en termes de mise en cohérence des visions des acteurs eux-mêmes, impliqués dans une démarche interactive²⁶. Au cœur de celle-ci, la construction de visions communes fondées sur une démarche d'anticipation des évolutions futures, et de facto de participation des différents acteurs à la définition des politiques publiques.

De la simple coordination à la véritable gouvernance des systèmes : au-delà de la démarche prospective, et pour assurer la cohérence et la continuité de l'action publique dans le domaine de la recherche et de l'innovation, la plupart des pays se sont attachés ces dernières années à la question de la gestion publique, et plus largement, car elle l'englobe, à la gouvernance du système d'innovation. Le constat montre que les pays qui se sont dotés de structures fortes de coordination, voire de choix et de décision dans les domaines scientifique et technique ont été les plus performants compte tenu de leur potentiel. Ces structures favorisent aussi la coordination de la politique scientifique et technologique avec les autres politiques publiques. Or, la politique française de R&D, malgré une coordination financière par le BCRD ou « institutionnelle » par l'action de tutelle, présente sur le moyen terme un manque de continuité dans les orientations définies et les choix opérés.

Le bon niveau d'intervention : la recherche d'une meilleure coordination entre politiques de recherche nationale, régionales et européenne est apparue le plus souvent comme le complément indispensable aux dispositifs institutionnels en place, pour leur conférer leur pleine efficacité et organiser un partage des responsabilités opérationnelles. Dans ce cadre, beaucoup mettent l'accent sur la nécessité de reconnaître aux acteurs des politiques de R&D une autonomie de décision, ce point étant important pour la France, eu égard à sa tradition centralisatrice.

Une évaluation stratégique plus systématique : dès les années 80, dans la plupart des pays industrialisés, la culture de l'évaluation s'est enracinée dans le paysage national. Bien qu'ils aient pris des formes propres, les développements de l'évaluation observés possèdent quelques caractéristiques et tendances communes. Des experts étrangers interviennent de plus en plus systématiquement dans les exercices d'évaluation. Celle-ci est de moins en moins conçue comme la simple vérification du degré de réalisation des objectifs initiaux, et tend à devenir un outil de management stratégique qui part des problèmes et enjeux actuels pour analyser l'acquis. Enfin, s'inscrivant ainsi dans un processus de préparation de la décision publique, et au-delà des niveaux auxquels s'opèrent les exercices d'évaluation (les programmes, les agences, les institutions de recherche, les laboratoires, les procédures, les chercheurs), les évaluations sont non seulement centrées sur la qualité des

projets et des résultats, mais aussi étendues aux questions managériales ainsi qu'aux effets structuraux et socio-économiques. Sur ces points, l'évaluation en France, moins systématique, apparaît comme l'un des points les plus défaillants du système national.

LES PRINCIPAUX LEVIERS D'ACTION IDENTIFIÉS

L'interrogation sur le niveau optimal de la dépense publique en faveur de la recherche et de l'innovation en France a été une constante durant ces travaux. L'observation comparée au niveau international de l'effort de recherche public, et plus encore privé, révèle des tendances ne pouvant à terme que produire des effets défavorables. Toutefois, le constat des excellentes performances enregistrées par des pays disposant de moins de moyens a conduit à d'abord privilégier les leviers permettant de dépenser mieux, cette optimisation ayant paru, dans le contexte français, le préalable nécessaire à une augmentation corrélative des moyens.

L'amélioration du mode de gouvernance du système de recherche et d'innovation

L'élaboration d'une vision commune grâce à la mise en œuvre d'exercices de *prospective* régulièrement renouvelés doit permettre la construction d'un certain consensus autour d'orientations fortes. Cette démarche est de nature à garantir la *continuité* des choix, sous réserve d'être étayée de plus par un processus de décision propre à assurer la *cohérence* et la mise en œuvre effective des priorités décidées : à cet égard, la réactivation du Comité interministériel de la recherche scientifique et technique et les orientations stratégiques définies dans ce cadre en 1998 et 1999, de même que la mise en place du Conseil national de la science, semblent constituer les fondements d'une amélioration de la gouvernance du système de recherche et d'innovation français. De façon très concrète, le rapport a dégagé plusieurs actions prioritaires à mettre en œuvre :

– effectuer des redéploiements d'emplois conformément aux priorités définies, en saisissant l'opportunité des départs massifs à la retraite qui se produiront à compter de 2005, tout en lissant et en anticipant cette évolution ; démarche dans laquelle s'inscrit, même si ce n'est pas le seul objectif visé, le plan pluriannuel pour l'éducation nationale présenté en novembre 2000, ou par exemple, s'agissant des redéploiements, les contrats d'objectifs signés ou en cours de signature avec certains organismes de recherche ;

– déterminer l'évolution souhaitable des moyens mis à disposition des équipes de recherche, par discipline et institution, leur dégradation ne pouvant que s'accroître mécaniquement avec le vieillissement de la population des chercheurs et l'augmentation de la masse salariale qu'elle induit ;

– définir les équilibres à promouvoir au sein du BCRD entre les enveloppes financières allouées aux très grands équipements, aux dotations aux organismes et aux crédits incitatifs, pour faciliter la gestion des priorités et des redéploiements ;

– conduire sur le long terme une politique volontariste en faveur de la pluri- et de l'interdisciplinarité²⁷ : au niveau des enseignements dispensés, en favorisant le travail sur projets, en expérimentant au sein des universités la mise en place de départements d'ingénierie technologiques, en développant les formations multi-compétences ; au niveau bien sûr du recrutement et de l'évaluation des projets et des équipes ; en créant un nombre limité d'instituts pluridisciplinaires inter-organismes ou universités ; en accordant une attention particulière à l'intégration dans ces démarches des sciences humaines et sociales.

L'amélioration de la gouvernance du système de recherche et d'innovation passe enfin par le renforcement de l'évaluation.

L'évaluation scientifique tout d'abord, des hommes, mais aussi des équipes, pour favoriser la montée des jeunes talents. Le programme du ministère chargé de la recherche en faveur des jeunes chercheurs, de même que

NOTES

24. L'approche des « systèmes nationaux d'innovation » met au centre des analyses, comme les théories économiques évolutionnistes, la dimension historique. Elle est fondée sur les travaux de C. FREEMAN, *Technology and economic performance : lessons from Japan*, Pinter, London, 1987 ; B.A. LUNDBALL (ed.), *National Innovation Systems : towards a theory of innovation and interactive learning*, Pinter, London, 1992 ; R. NELSON (ed.), *National Innovation Systems : a comparative analysis*, Oxford University Press, New York/Oxford, 1993 ; P. PATEL, et K. PAVITT, « The nature and economic importance of national innovation systems », STI Review, n° 14, OECD, Paris.

25. Cf. Titre II, « La politique française d'innovation face à la concurrence internationale : cinq meilleures pratiques étrangères pour la recherche française » in rapport MAJOIE (*op. cit.*).

26. Ces travaux de prospective débouchent sur des programmes financés ou abondés par les gouvernements (par exemple le *Foresight Challenge* au Royaume-Uni, *Highly Advanced National Project* en Corée).

27. Cette stratégie fait partie des axes stratégiques récemment privilégiés par le CNRS.

les actions mises en œuvre par certains organismes de recherche vont dans ce sens. Cette évaluation devrait mieux prendre en compte des critères de valorisation et de transfert technologique d'une part, d'interdisciplinarité d'autre part, avec la définition de grilles d'évaluation transparentes et la mise en place de quotas de postes fléchés sur ces priorités. Au-delà, une meilleure articulation de cette évaluation avec la gestion des ressources humaines serait nécessaire.

L'évaluation stratégique ensuite, qui apprend à dépenser mieux avant de dépenser plus. Qu'il s'agisse des programmes, des politiques, de leurs effets économiques, beaucoup reste à faire, et la création au niveau national d'une institution unique, se substituant à celles existantes, dotée des moyens nécessaires, et compétente sur l'ensemble du champ de la recherche, paraît de nature à relancer le processus.

Une plus grande responsabilisation des acteurs

- Par le développement de l'esprit d'entrepreneuriat, qui devrait imprégner tous les cursus de formation, du scolaire au supérieur, même s'il s'agit d'une action de long terme ;
- par la mise en place de modes de gestion des laboratoires publics et privés plus performants, avec des outils d'information et de suivi harmonisés et transparents pour favoriser l'allégement des procédures et des contrôles *a priori* au profit de contrôles *a posteriori* ;
- par une gestion des ressources humaines attentive aux évolutions de carrières, à l'émergence des nouveaux métiers ;
- par une sensibilisation des acteurs, entreprises, consommateurs, institutions, à la dimension sociale de l'innovation.

La stimulation de la compétitivité de l'espace national et européen

Pour se déployer avec le maximum d'efficacité, les politiques de R&D et d'innovation doivent cibler *le bon niveau d'intervention*.

NOTE

28. Réseau national de recherche en télécommunications. Neuf autres réseaux ont été lancés, à savoir : Micro-nano technologies, Pile à combustible, Génie Civil et Urbain, Génoplante, GenHomme, Technologies logicielles, Matériaux, Technologies pour la santé, PREDIT.

Tout d'abord, l'Europe, souvent critiquée, est pourtant appelée à jouer un rôle de plus en plus important en raison de l'incapacité dans laquelle se trouve chacun des pays membres, pris isolément, de rivaliser avec les États-Unis ou le Japon. Pour ce faire, elle devrait compléter l'approche novatrice mise en œuvre dans le V^e PCRD, orientée vers la résolution de problèmes socio-économiques, par une réflexion stratégique sur les technologies clés à maîtriser dans l'avenir, dans le cadre d'une « *subsidiarité souple* » tenant compte des spécificités des pays et des secteurs, et donc plus attractive pour les entreprises. Elle doit aussi réfléchir à l'adaptation de ses procédures avant son élargissement à d'autres pays. Dans ce cadre, les nouvelles pistes ouvertes par la Commission européenne dans sa communication de janvier 2000, « Vers un espace européen de la recherche » paraissent prometteuses.

Comme indiqué précédemment, l'action de l'État doit s'exercer dans le cadre d'une stratégie étayée par des choix clairs. Au-delà, trois démarches prioritaires sont à engager. La première est d'aboutir rapidement à la définition d'une politique tirant les conséquences de la baisse des crédits de R&D à des fins militaires, notamment dans une perspective duale. La deuxième est de conforter et de renforcer le développement des réseaux technologiques, initiés dans le domaine des télécommunications pour tirer les conséquences de la dérégulation opérée sur ce secteur²⁸ ; ces réseaux semblent en effet mieux adaptés que les grands programmes technologiques aux domaines où interviennent une multiplicité d'acteurs. La troisième démarche est de financer un nombre limité d'équipements structurants en matière de R&D, dont l'utilisation serait appelée à bénéficier à plusieurs régions, et surtout de favoriser l'émergence de technopôles ou de districts technologiques de taille critique. À ce titre, la préparation des contrats de Plan État-région devrait être le moment privilégié d'exercices de prospective scientifique et technologique régionaux permettant en particulier de clarifier la politique technologique en région, d'articuler et de mettre en synergie les projets d'initiatives plus locales et décentralisées, d'adapter les modes d'intervention de l'État en région, soulignant par là même la complémentarité étroite des niveaux national et régional. La préparation du plan U3M, même si les contraintes calendaires n'ont pas permis sa bonne articulation avec les contrats de Plan État-région, a certainement contribué à relancer au niveau régional la réflexion prospective.

Il convient enfin de promouvoir *un environnement réglementaire et fiscal plus attractif et des mécanismes incitatifs plus efficaces*. Au niveau européen, en adaptant la réglementation sur les contrats de partenariat (règle de l'exemption, partage des droits, etc.) pour qu'elle soit plus motivante pour les coopérations interfirmes, tous les efforts devant parallèlement être

faits pour diminuer le coût du brevet européen, harmoniser progressivement les réglementations en matière de droits de propriété intellectuelle et à terme, promouvoir un véritable brevet communautaire.

Au niveau national, et en termes d'attractivité du territoire, la pérennisation du crédit d'impôt recherche participerait utilement de la stabilisation de l'environnement fiscal souhaité par les entreprises, la création d'un point d'entrée unique compétent pour délivrer toutes les informations nécessaires aux investisseurs étrangers, actuellement en cours de mise en œuvre *via* la transformation en agence de la Délégation aux investissements internationaux, étant par ailleurs de nature à améliorer la lisibilité des dispositions fiscales et réglementaires applicables.

Pour les PME, la mise en œuvre d'une politique d'achat de l'État inspirée du programme *Small Business Innovation Research* américain serait de nature à favoriser leur effort d'innovation, tandis que la création d'un crédit d'impôt brevet et une mutualisation partielle des risques juridiques liés aux brevets les inciteraient au dépôt. Enfin, un renforcement des moyens alloués à la mission de prospection dévolue aux réseaux de développement technologique devrait permettre de mieux

accompagner les PME « non innovantes », cible trop oubliée des politiques menées jusqu' alors.

Un certain nombre d'orientations ou de décisions prises par les responsables de la politique de recherche et d'innovation, à différents niveaux, antérieurement à ces travaux ou depuis leur publication, s'inscrivent dans les perspectives qui viennent d'être esquissées. Quelques-unes ont été évoquées au fil du texte. Cette synergie résulte du mode d'élaboration des rapports du Commissariat général du Plan. La mobilisation des experts du domaine permet en effet, sur la base d'un diagnostic étayé, de repérer les inflexions des politiques publiques jugées les plus pertinentes au regard des évolutions analysées, de faire connaître les idées en cours de maturation, et si possible d'en proposer de nouvelles au débat public. Ce faisant, ils offrent une mise en perspective, dans un cadre qui s'efforce d'être cohérent et plus lisible. Ainsi, et pour en revenir à la politique de recherche et d'innovation, ce rapport pourra peut-être, au niveau qui est le sien, contribuer à promouvoir cette nécessaire continuité dans les orientations définies, dans l'application des décisions prises ainsi que dans la mobilisation des moyens nécessaires à leur mise en œuvre. ■

Le Rapport MAJOIE

Recherche et innovation : la France dans la compétition mondiale. Président : Bernard MAJOIE. Rapporteur général : Brigitte RÉMY. Rapporteurs : Mohamed HARFI, Stéphane LHUILLERY. Documentation française, octobre 1999. Il inclut aussi les rapports des groupes thématiques et les rapports sectoriels suivants :

Rapports thématiques

L'internationalisation de la R&D industrielle : chance ou défi pour le système national de R&D et d'innovation ? Président : Erich SPITZ. Rapporteur : Mohamed HARFI.

La politique française d'innovation face à la concurrence internationale : cinq meilleures pratiques étrangères pour la recherche française. Président : Jean-Jacques DUBY. Rapporteurs : Philippe LARÉDO, Philippe MUSTAR.

Les chercheurs du secteur privé en France : atouts et handicaps. Président : Marcel BONVALET. Rapporteur : Christine GAVINI.

Organisation industrielle et gestion de l'innovation des entreprises. Président : Hervé ARDITTY. Rapporteurs : Sandrine HAAS, Stéphane LHUILLERY.

Rapports sectoriels

La recherche et l'innovation dans les technologies de l'information et de la communication. Président : Gilles KAHN. Rapporteurs : Pascal LAGARDE, Bernard GONDRAN, Didier ZMIRO.

Les sciences du vivant. Président : Pierre CHAMBON. Rapporteur : Pierre TAMBOURIN.

Recherche et innovation dans les sciences de l'environnement. Président et Rapporteur : Jean-François MINSTER.

L'innovation dans les services. Président : Michel CALLON. Rapporteurs : Faïz GALLOUJ, Jean-Pierre TARDIEU.

À LIRE

THÈME

- [1] H. GUILLAUME, *Rapport de mission sur la technologie et l'innovation*, mars 1998.
- [2] M. HANNOUN, G. GUERRIER, « De la sous-traitance au partenariat : une approche nouvelle des relations interindustrielles », *Le 4 pages*, SESSI, n° 65, mai 1996.
- [3] J.-P. FRANÇOIS, F. FAVRE, « L'innovation technologique progresse dans l'industrie », *Le 4 pages*, SESSI, n° 89, avril 1998.
- [4] « L'innovation technologique dans l'industrie », *Les Chiffres-Clés*, SESSI, 1998.
- [5] *Rapport sur les études doctorales 1999*, ministère de la Recherche, 2000.
- [6] *Rapport sur les moyens consacrés à la recherche par les entreprises*, MENRT, Direction de la programmation et du développement, DPD C3, 1999.
- [7] M. BONNEAU et alii, *Recherche et développement en France, résultats 1997, estimations 1998. Objectifs socio-économiques du BCRD 1999*, Les dossiers, n° 114, MENRT, Direction de la programmation et du développement, mars 2000.
- [8] M. BONNEAU et alii, *Recherche et développement dans les administrations, résultats 1996, estimations 1997. Objectifs socio-économiques du BCRD 1998*, Les dossiers, n° 107, MENRT, Direction de la programmation et du développement, mars 1999.
- [9] R. BARRÉ, M. CRANCE, A. SIGOGNEAU, « La recherche scientifique française : situation démographique », *Études et dossiers de l'OST*, n° 1, 1999.
- [10] *Rapport* du Conseil supérieur de la recherche et de la technologie sur l'évaluation de la politique nationale de recherche et de développement technologique, avril 1999.
- [11] M. GANDON, Y. JACQUIN, « Recherche et développement dans les entreprises en 1997 », *Note d'Information*, 99.29, MENRT-Direction de la programmation et du développement, août 1999.
- [12] National Science Foundation, « *Science & Engineering Indicators* », 1998.
- [13] Commission européenne, *Vers un espace européen de la recherche*, communication, COM (2000) 6, 18 janvier 2000.
- [14] Commission européenne, *Budget général de l'Union européenne pour l'exercice 1999, synthèse chiffrée*, 1999, 23 p.
- [15] Observatoire des sciences et techniques, *Les indicateurs de la science et de la technologie*, Economica, Paris, 2000.