

# Table des matières

---

## PREMIÈRE PARTIE

### **La R & D en France dans un monde sans frontière**

I –	Présentation globale . . . . .	3
II –	R & D en France : un secteur compartimenté . . . . .	5
III –	La formation à la R & D en France : un secteur également compartimenté . . . . .	9
IV –	Un verrou majeur : le médiocre transfert de la recherche publique (civile et militaire) vers l'innovation . . . . .	10
V –	Une diversification des partenaires élargit le spectre des sujets de réflexion . . . . .	11
VI –	Un atout majeur : une communauté scientifique et technique européenne se crée, fondée sur des projets . . . . .	12
VII –	La place de la recherche dans notre société, facteur déterminant en démocratie . . . . .	19

## DEUXIEME PARTIE

### **Les grands traits des onze thèmes abordés**

#### Introduction

I –	De la génomique à la physiologie . . . . .	30
1.	Développement de la génomique et applications de la génomique : l'après-génome . . . . .	30
2.	Le monde végétal : du génome à la plante entière . . . . .	32
3.	La physiologie humaine et animale : vers une physiologie intégrative . . . . .	32

<b>VI</b>	<b>RAPPORT SUR L'ÉTAT DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE</b>	<b>_____</b>
II –	Le médicament . . . . .	33
III –	Les sciences nucléaires . . . . .	36
IV –	De l'environnement . . . . .	38
	1. La chimie analytique : mesure et société. . . . .	40
	2. Systématique : ordonner la diversité du Vivant . . . . .	41
V –	Les systèmes moléculaires organisés : carrefour de disciplines à l'origine de développements industriels considérables . . . . .	42
VI –	La statistique . . . . .	44
VII –	Sciences aux temps ultracourts : de l'attoseconde aux petawatts, une richesse potentielle multidisciplinaire . . . . .	45
	Conclusion : les mesures préconisées . . . . .	46
	1. Thèmes relevant de plusieurs établissements : les Contrats Programmes Inter-organismes (CPI). . . . .	47
	2. Thèmes relevant des décisions concertées prises par chaque organisme concerné . . . . .	49
	 RECOMMANDATIONS . . . . .	 51
	 <b>English version</b> . . . . .	 57

## I – Présentation globale

La science et la technologie sont portées actuellement par un essor économique fort, par des révisions stratégiques globales liées à la fin de la guerre froide et à la mondialisation de l'économie, et surtout par des découvertes majeures particulièrement déterminantes dans les sciences et techniques de l'information et de la communication et dans les sciences de la vie.

Depuis une décennie, l'attitude de chacune des très grandes puissances a été spécifique ; les États-Unis affichent leur volonté de prédominance dans tous les secteurs d'activité ; ils font confiance au marché pour faire émerger les nouvelles disciplines et, néanmoins ils accroissent significativement la part du budget fédéral consacrée à la science et à l'innovation. Le Japon continue d'engager des efforts budgétaires considérables et a vu sa part des dépenses de recherche et développement de la zone OCDE progresser de 3 points depuis 1981. Pour 1996, elle représentait 18 % de la R & D-OCDE. Dans l'Union européenne, en revanche, les principaux pays ont diminué leur effort national, ne substituant pas les dépenses civiles à la forte décroissance des dépenses militaires de R & D. Parmi les nations européennes, la France se distingue peu ; seules la Suède et la Finlande affichent une progression de dépenses publiques de R & D. La forte diminution des recherches militaires influe directement sur la capacité de recherche dans les pays qui y consacraient des ressources importantes. Ainsi dans un des grands établissements de recherche français, les crédits sur budget militaire s'élevaient en 1996 à 11 MF, en 1997 à 6,4 MF, en 1998 à 5 MF et en 1999 à 3,1 MF.

La mondialisation économique, par regroupement et acquisition de firmes initialement nationales, permet de réaliser des économies d'échelle dans tous les secteurs et, en particulier, en R & D. En France, le désengagement de l'État dans l'industrie a affecté le paysage d'autant plus rapidement que des pans entiers d'entreprises, autrefois nationalisées, ont participé aux regroupements industriels, parfois en les constituant autour d'elles parfois en s'intégrant dans des entreprises multinationales. Ceci est particulièrement net dans les secteurs de l'industrie chimique et pharmaceutique, dans l'industrie des télécommunications, dans l'industrie pétrolière et dans celle des transports (aéronautique et automobile).

Le comportement de très grands groupes industriels américains, vis-à-vis de la R & D, s'étend aussi aux industries d'autres pays qui s'agrègent en multinationales. La France participe à ce mouvement. Depuis une décennie, les grands groupes industriels américains ont cessé progressivement de réaliser en leur sein les recherches de base, les recherches

techniques et même les innovations, qui toutes avaient, il y a peu, un caractère patrimonial. Elles les ont externalisées ; ceci est clair, par exemple, pour IBM, AT & T, General Electric, les grands groupes pétroliers... (rapport NAS, 1999). Les laboratoires centraux de ces firmes géantes sont désormais fort réduits ou destinés à de tout autres fonctions (éducation permanente des personnels, coordination des unités, dissémination des bonnes pratiques au sein de l'entreprise ; parfois, il subsiste des unités modestes de traitement de problèmes techniques nouveaux). Cette façon de faire s'étend rapidement aux groupes industriels français agrégés aux firmes multinationales. Aux États-Unis, de ce fait, les liens entre les industries, les universités et les centres de recherche, tissés depuis une décennie, se sont renforcés ; actuellement, il existe plus de 1 000 centres associant universités et industries, sur plus de 200 campus. En France, ce mouvement s'amorce.

Par ailleurs, les liens entre les industries et leurs fournisseurs de matériels s'étendent aux innovations techniques qui deviennent de la responsabilité des fournisseurs. Ceci s'affirme dès maintenant en France pour les industries de télécommunications, les équipementiers, les para-pétroliers, les avionneurs par exemple.

En outre, depuis peu, les centres de production des multinationales étant décentralisés, l'innovation est souvent délocalisée et placée au voisinage des unités de production, qui utilisent les savoir-faire locaux. Ce fourmillement de petites à très petites unités engendre une innovation bouillonnante, gérée grâce à la rapide circulation de l'information dans les multinationales. L'industrie informatique – grâce aux « *start-up* » – est typique de cette manière d'agir. La « délocalisation » conduit à des transferts de R & D d'un pays à l'autre ; ainsi des investissements vont des États-Unis vers l'Europe (Allemagne 2,5 milliards \$/an, Royaume-Uni, 1,6 milliard \$/an), Canada 1 milliard \$/an et beaucoup moins au Japon (0,6 milliard \$US/an) ; de même, des investissements vont de l'Europe et du Japon vers les États-Unis (11,3 milliards \$US/an en 1990 par exemple).

*Bref, les lieux où s'élaborent la recherche et l'innovation changent de façon drastique depuis près de dix ans, cela dans tous les secteurs, mais beaucoup plus dans ceux associés à l'explosion des nouvelles disciplines et dans les industries qui leur sont associées, les sciences de la vie, de l'information, des communications et celles des matériaux. Les « industries lourdes » suivent le même chemin, mais à un rythme plus lent : mécanique, aéronautique, énergétique... ; là, le facteur majeur est le regroupement de centres R & D dans les pays les plus performants ou présentant le plus de facilités de travail, de prises de licences et de brevets.*

Dans ce paysage très évolutif, le gouvernement français, à l'occasion du Comité interministériel de la recherche scientifique et technique

(CIRST) du 15 juillet 1998, a retenu la proposition de Claude Allègre, Ministre de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie de confier à l'Académie des sciences le soin d'établir un rapport sur l'état de la Science et de la Technologie en France. Ce premier rapport, remis le 27 juillet 2000, s'enchaîne avec un nouveau, mis en chantier à l'automne 2000.

Parmi les sujets généraux les plus urgents, il est apparu significatif d'examiner la manière dont, en France, était abordée la R & D lorsqu'elle nécessitait une pluridisciplinarité impliquant plusieurs établissements de structures administratives différentes. L'époque est en effet, plus que toute autre, marquée par le dialogue entre les disciplines parfois fort éloignées les unes des autres et structurées sur des bases strictes, tant pour la formation des hommes et des femmes que pour la conduite des recherches ou pour le transfert vers l'industrie. L'interpénétration de la biologie, des sciences du vivant et des mathématiques appliquées, la prise en compte de l'amélioration et de la préservation de l'environnement, l'accélération de toutes les formes de communications et le nécessaire développement de l'énergie et des matériaux sont quelques-unes des questions au cœur des préoccupations de l'humanité et au cœur du développement de la société, dans le monde et en France en particulier.

*La manière dont est abordée et sera résolue la pluridisciplinarité est donc – pour l'heure – ce qui est apparu, au terme de l'analyse des principaux centres de recherche français, le sujet principal qui se pose dans notre pays. Il est l'élément principal qui se dégage du rapport 1998-2000.*

## RECOMMANDATIONS

L'Académie des sciences a entrepris une étude de longue haleine ; aujourd'hui, elle présente dans ce premier rapport biennal (1998-2000) 11 rapports sur des sujets qui lui sont apparus parmi les plus significatifs. D'autres thèmes sont en chantier :

- les organismes génétiquement modifiés ;
- les neurosciences et les sciences cognitives ;
- les départements universitaires d'ingénierie ;
- les nanosciences et les nanotechnologies ;
- les modes d'évaluation des facteurs de l'évolution climatique et l'ingénierie des paysages ;
- le rôle des sciences mathématiques dans le monde contemporain.

Au terme de l'analyse de certains secteurs replacés dans l'ensemble de la recherche en France, en Europe et à l'étranger, nous formulons les recommandations suivantes qui prennent en compte :

- l'état des structures compartimentées qui organisent la recherche en France, leur rigidité, les faibles mobilités qu'elles entraînent et les modes de gestion complexes qu'elles induisent ;
- l'évolution générale des budgets consacrés à la recherche scientifique et technique dans les principaux pays industriels ;
- l'évolution pluriannuelle de la part du budget que la France consacre à la recherche.

### Recommandations spécifiques :

- ① Tenant compte des structures existantes, avec universités, établissements publics industriels et commerciaux, agences, et industries privées :

Nous recommandons — pour accéder à une **pluridisciplinarité indispensable** — la mise en place de **Contrats-Programmes Inter-organismes** structurés en projets, où seraient définis des objectifs, un calendrier, un montage financier et une instance d'évaluation. Ils auraient vocation à être des éléments dans les réseaux d'excellence européenne en cours de gestation.

Les premiers pourraient concerner les thèmes suivants :

- Développement et applications de la génomique : « l'après-génome » ;
- Le monde végétal : du génome à la plante entière ;
- Le médicament ;
- Radiochimie : matière active et rayonnements ionisants ;
- Matériaux du nucléaire ;
- La chimie analytique : mesure et société ;
- Systèmes moléculaires organisés : carrefour de disciplines à l'origine de développements industriels considérables ;
- Sciences aux temps ultracourts : de l'attoseconde aux petawatts.

- ② Au sein de chaque université, établissement public à caractère scientifique et technique, ou établissement public à caractère industriel et commercial :

Nous recommandons, qu'en concertation, les organismes concernés renforcent très significativement les disciplines suivantes :

- Physiologie humaine et animale
- Statistique
- Systématique du Vivant

#### Recommandations générales :

- ① Nous recommandons une profonde révision des priorités gouvernementales et une revalorisation des crédits consacrés à la Science et à la Technique, permettant — de maintenir dans un premier temps — d'accroître ensuite, la réalisation d'idées, d'innovations, de contribuer à la culture scientifique et technique européenne, et au développement de l'économie dans un monde où l'environnement serait préservé.

À cet égard, l'Académie des sciences salue les efforts de redressement du budget de la Recherche scientifique et technique française tels qu'ils apparaissent dans le Projet de Loi de Finances 2001, en exprimant le souhait que ce projet devienne réalité et que les efforts ainsi engagés, et qui vont dans la direction souhaitée, soient poursuivis sur le long terme.

- ② Le caractère interdisciplinaire des thèmes scientifiques émergents étant de plus en plus évident, il apparaît urgent de réexaminer les cursus de formation qui leur correspondent.

Nous recommandons que se concertent étroitement, dans les meilleurs délais, les diverses instances en charge des programmes au niveau de l'enseignement supérieur (universités, grandes écoles). Des formations de caractère novateur et original mais reposant sur le concours de spécialistes d'horizons souvent très différents sont désormais à mettre sur pied, à très court terme.

- ③ La contribution des étudiants de thèse et celle des post-docteurs représente un apport essentiel à l'activité des laboratoires de recherche.

Nous pensons qu'une étude devrait être conduite dans des délais proches pour évaluer de façon aussi objective que possible la situation des jeunes post-docteurs, tant en ce qui concerne le devenir professionnel des post-docteurs français au retour de leur stage à l'étranger, que pour l'accueil de post-docteurs étrangers dans nos laboratoires.

Cette étude nous paraît d'ailleurs indissociable d'une analyse plus générale de la mobilité des chercheurs confirmés, dans l'espace professionnel, académique ou non.

- ④ L'Académie exprime sa sérieuse préoccupation devant la diminution parfois importante des inscriptions dans les universités de sciences, témoignant d'une désaffection qui pourrait avoir de graves conséquences sur le renouvellement de la communauté des chercheurs et ingénieurs, risquant de déboucher sur une situation critique d'ici une dizaine d'années.

Nous exhortons le Gouvernement à prendre, au plus vite, les dispositions nécessaires pour stimuler le goût des jeunes pour la science et ce, dès le début de leur formation.

- ⑤ L'Académie est particulièrement attentive au problème de l'acceptabilité sociale de la science.

Nous appelons de nos vœux l'encouragement de toute action visant à une meilleure explicitation de la science au niveau du public (rédaction d'ouvrages à large diffusion, conférences, musées scientifiques, etc.), à une meilleure prise en compte de la dimension éthique des problèmes scientifiques et à la lutte contre la désinformation, qui nécessite un effort conjoint des scientifiques eux-mêmes et des médias.

- ⑥ La création d'une communauté scientifique européenne est un succès indéniable. Les chercheurs la rendent vivante au travers des différentes structures administratives, nationales, bilatérales ou européennes.

Nous recommandons toutefois que la Commission européenne élargisse les objectifs des projets en cours ; ils devraient mettre un accent plus marqué sur la **recherche fondamentale** dans un meilleur équilibre avec les techniques et les innovations industrielles. Les scientifiques devraient être consultés plus directement pour la conception et l'évaluation des programmes.

Atteindre ces divers objectifs est certes indissociable d'efforts budgétaires courageux. Économiser sur la recherche serait un mauvais pari. *L'ensemble de ces considérations dessine pour la communauté scientifique, mais aussi pour les pouvoirs publics, des responsabilités d'un type nouveau au regard de la science. Il ne s'agit de rien moins que de redonner à celle-ci une place qu'elle ne doit pas perdre dans sa démarche première d'activité désintéressée de l'esprit humain, pour le bien des sociétés aux cultures diversifiées qui caractérisent les différents pays, et pour le nôtre en particulier.*