



HAL
open science

La politique scientifique et technologique pour les années 1980

Organisation de Coopération Et de Développement Économiques (ocde)

► **To cite this version:**

Organisation de Coopération Et de Développement Économiques (ocde). La politique scientifique et technologique pour les années 1980. [Rapport de recherche] Organisation de coopération et de développement économiques(OCDE). 1981, 192 p., figures, tableaux. hal-01512573

HAL Id: hal-01512573

<https://hal.science/hal-01512573>

Submitted on 24 Apr 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**LA POLITIQUE
SCIENTIFIQUE
ET
TECHNOLOGIQUE
pour
les années
1980**



PARIS 1981

**LA POLITIQUE
SCIENTIFIQUE
ET
TECHNOLOGIQUE
pour
les années
1980**

ORGANISATION DE COOPERATION ET DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUES

L'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE), qui a été instituée par une Convention signée le 14 décembre 1960, à Paris, a pour objectif de promouvoir des politiques visant :

- à réaliser la plus forte expansion possible de l'économie et de l'emploi et une progression du niveau de vie dans les pays Membres, tout en maintenant la stabilité financière, et contribuer ainsi au développement de l'économie mondiale ;
- à contribuer à une saine expansion économique dans les pays Membres, ainsi que non membres, en voie de développement économique ;
- à contribuer à l'expansion du commerce mondial sur une base multilatérale et non discriminatoire, conformément aux obligations internationales.

Les Membres de l'OCDE sont : la République Fédérale d'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, la Norvège, la Nouvelle-Zélande, les Pays-Bas, le Portugal, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie.

Also available in English under the title :

SCIENCE AND TECHNOLOGY POLICY
FOR THE 1980s



© OCDE, 1981

Les demandes de reproduction ou de traduction doivent être adressées à :
M. le Directeur de l'Information, OCDE
2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16, France.

Également disponible

CHANGEMENT TECHNIQUE ET POLITIQUE ÉCONOMIQUE (août 1980) (92 80 01 2) ISBN 92-64-22102-6 136 pages	F50.00	£5.60	US\$12.50
TRANSFERT DE TECHNIQUES ENTRE L'EST ET L'OUEST , par Eugène Zaleski et Helgard Wienert (septembre 1980) (92 80 02 2) ISBN 92-64-22125-5 464 pages	F200	£22.00	US\$50.00
LES ENJEUX DES TRANSFERTS DE TECHNOLOGIE NORD-SUD (février 1981) (92 81 02 2) ISBN 92-64-22159-X 128 pages	F48.00	£4.80	US\$12.00
L'AVENIR DE LA RECHERCHE UNIVERSITAIRE (mars 1981) (92 81 03 2) ISBN 92-64-22160-3 86 pages	F30.00	£3.00	US\$7.50

Prix de vente au public dans la librairie du Siège de l'OCDE.

LE CATALOGUE DES PUBLICATIONS et ses suppléments seront envoyés gratuitement sur demande adressée soit au Bureau de Vente des Publications de l'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16, soit au dépositaire des publications de l'OCDE de votre pays.

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	9
Remerciements	12

Première partie

L'ÉTAT ACTUEL DES POLITIQUES DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE

Introduction	14
I. Prévoir l'avenir	20
1. Possibilités et limitations de la politique scientifique et technologique	20
2. Planification des dépenses publiques consacrées à la science et à la technologie	23
3. Planification de la R-D à l'échelon des organisations	25
II. Formulation des priorités de R-D	27
1. L'élaboration des politiques sectorielles de R-D	28
2. Coordination des politiques scientifiques et technologiques	29
III. Les priorités	31
1. Priorités gouvernementales de R-D à la fin des années 70	31
2. Innovation industrielle	35
3. R-D énergétique	39
4. R-D consacrée à la défense	42
5. R-D consacrée à la protection de l'environnement	45
6. La promotion des connaissances	46
IV. La mobilisation des ressources	51
1. Ressources disponibles	51
2. Adapter le secteur public	53
3. Mobiliser les universités	54
4. La mobilisation des ressources dans les pays Membres en voie d'industrialisation	57
V. Nouvelles formes de consensus	59

Graphiques

1. Dépense intérieure brute de R-D en % du PIB	16
2. Evolution du financement public de R-D en % des dépenses totales de l'Etat dans quelques pays de l'OCDE	17
3. Orientation du financement public de R-D selon les trois grands objectifs, en 1975 et 1980	32

Tableaux

1. Ressources consacrées à la R-D et taille des pays, 1977	18
2. Evolution des dépenses de R-D exécutées par le secteur des entreprises et financées sur ses fonds propres exprimées en % du PIB	35
3. Financement public de la R-D consacrée à l'objectif « Promotion du développement industriel »	36
4. Financement public de la R-D consacrée à l'objectif « Production et utilisation rationnelle de l'énergie »	39
5. Objectifs en matière d'énergie des dépenses publiques de R-D pour quelques pays	41
6. Financement public de la R-D consacrée à l'objectif « défense »	43
7. Etats-Unis - Crédits de recherche, développement, essais et évaluation (RDT&E) du Département de la Défense pour les principaux « domaines de mission »	44
8. Financement public de la R-D consacrée à l'objectif « Protection de l'environnement »	45
9. Financement public de la R-D consacrée à l'objectif « Promotion générale des connaissances »	47
10. Répartition des dépenses et du personnel de R-D par secteur d'exécution	52

Deuxième partie

L'INNOVATION TECHNIQUE ET L'ÉCONOMIE

I. L'impératif de l'innovation technique	64
1. L'exigence de l'adaptation	64
2. Adaptation et innovation	66
3. Nécessité des politiques d'innovation	68
II. Le développement du potentiel d'innovation	71
1. La recherche scientifique dans les universités	71
2. La recherche dans le secteur public	74
3. La recherche industrielle	75
4. La formation et la promotion des innovateurs	78
5. Diffusion et transfert de la technologie	79
III. Les politiques d'innovation et leurs problèmes	82
1. Les problèmes d'ensemble	82
2. Les difficultés spécifiques	83
IV. Coordination nationale et concertation internationale	89
1. Une coordination plus étroite des politiques économiques et technologiques ..	89
2. La nécessité d'une concertation internationale	90

Troisième partie

SCIENCE, TECHNOLOGIE ET SOCIÉTÉ DANS LES ANNÉES 80

I. Les données de base du débat	94
1. Le contexte économique et social actuel	94
2. Autres considérations et développements	95
3. Le désenchantement à l'égard de la science et de la technologie	97
4. La nécessité de poursuivre le changement technologique	98
5. La participation du public aux décisions concernant la science et la technologie	103
II. Les incidences de la technologie - Quelques observations générales	108
1. Répartition des coûts, des risques et des avantages	108
2. La société et l'application de la technologie	109
3. L'exemple de la technologie de l'information	111
4. Technologies ayant des incidences globales	113

III. Les percées technologiques dans l'avenir	115
1. Méthodes de prévision de l'évolution technologique et de ses incidences....	115
2. Un exemple de système de classification	117
3. Problèmes d'ordre politique posés par certaines possibilités techniques	119
IV. Nouvelles exigences sociales et innovation socio-technique	127
1. Un inventaire abrégé	127
2. Examen de quelques thèmes particuliers	128

Quatrième partie

**LA COOPÉRATION SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE
INTERNATIONALE DANS LA ZONE OCDE**

Tendances, problèmes, perspectives

Introduction	140
I. La source du savoir : la recherche fondamentale	141
A. La circulation des idées et des chercheurs	141
B. Programmes et équipements internationaux	142
C. La Fondation européenne de la science	144
II. Les organisations intergouvernementales à vocation générale	145
A. Les Communautés européennes	145
1. Initiatives	145
2. Méthodes et modalités	147
3. Programmes	148
4. Coopération internationale	150
5. Un exemple de première importance : le programme fusion nucléaire et le projet JET	150
6. La collaboration COST	152
B. L'OCDE	153
1. Projet de recherche concertée sur la production et la protection des denrées alimentaires	154
2. Projet international en matière d'irradiation des denrées alimentaires ..	154
3. Le Programme sur les produits chimiques	155
C. L'OTAN	156
1. Le Comité scientifique	156
2. Le Comité sur les défis de la société moderne	157
D. La coopération scientifique et technologique nordique	157
III. La coopération technologique	159
A. L'énergie	159
1. Le nucléaire	159
2. Les énergies non nucléaires	160
B. L'aéronautique civile	162
1. Cellules d'avion	162
2. Hélicoptères	163
3. Moteurs d'avion	164
C. L'espace	165
1. L'Agence spatiale européenne	165
2. Consortiums spatiaux	167

IV. Quelques enseignements de la coopération	169
A. Facteurs d'ordre général	170
B. Facteurs spécifiques à la coopération scientifique	172
C. Facteurs spécifiques à la coopération technologique	173
V. Perspectives de développement de la coopération	176
A. L'héritage des trente dernières années	176
B. Le contexte actuel	177
C. Suggestions pour un éventuel développement de la coopération	178
Appendices	
1. Projets COST et pays participants	180
2. Participation des pays aux programmes et projets en coopération de l'AIE sur la Recherche, le Développement et la démonstration en matière d'énergie	182

ANNEXE

Déclaration ministérielle sur les politiques futures en matière de science et de technologie	185
---	-----

AVANT-PROPOS

Ce livre contient les quatre rapports qui ont été discutés lors de la réunion au niveau ministériel du Comité de la Politique scientifique et technologique en mars 1981. Il s'agit d'un dossier qui aborde des questions essentielles : celles des ressources qu'offrent la science et la technologie non seulement pour la solution des difficultés auxquelles nos économies sont confrontées, mais encore pour établir les fondements du développement économique mondial dans les dix à vingt prochaines années.

Les travaux du CPST ont joué un rôle majeur dans la prise de conscience des dimensions politiques, économiques et sociales de la science et de la technologie dans les pays Membres de l'OCDE. Une réunion du Comité au niveau ministériel est l'occasion de faire sur le plan politique un tour d'horizon, d'évaluer les tendances, de prévoir les directions que vont prendre les politiques de la recherche et de l'innovation. Présidée par M. A.A.Th. van Trier, Ministre de la Politique scientifique (Pays-Bas), et par M. Pierre Aigrain, Secrétaire d'Etat à la Recherche auprès du Premier Ministre (France), la réunion de mars 1981 s'est tenue à un moment particulièrement critique des problèmes que rencontrent non seulement les pays Membres de l'OCDE, mais aussi l'économie mondiale.

Les liens entre les facteurs scientifiques et techniques et la mise en œuvre des politiques économique et sociale constituent un point central de la Déclaration adoptée par les Ministres¹. Le thème général de la réunion ministérielle — « Science, technologie et innovation dans les années 80 - Perspectives nationales et internationales » — avait été subdivisé en trois questions : les politiques en faveur de l'innovation ; l'impact futur de la science et de la technologie ; la coopération internationale. La Déclaration ministérielle reflète les préoccupations et les orientations que les débats autour de ces questions ont fait ressortir : on peut voir dans ce texte comme une charte à laquelle les pays Membres souscrivent pour développer dans la décennie, et même au-delà, leurs activités scientifiques et techniques.

Pour relever aussi bien les défis auxquels les pays Membres de l'OCDE sont confrontés que ceux lancés à l'échelle du monde, innover — c'est-à-dire créer de nouveaux biens et services ainsi que des techniques de production plus efficaces, donc de nouveaux emplois et de nouvelles richesses — est pour les gouvernements Membres un véritable impératif. Or, le climat n'est pas favorable à des tendances fortes en matière d'investissement, d'innovation et de productivité en raison non seulement des incertitudes générales qui pèsent sur le monde, mais

1. Voir en annexe.

aussi des risques inhérents au processus d'innovation lui-même et de l'accroissement des coûts de Recherche-Développement. Il y a là un risque de cercle vicieux : sans accroissement des activités, les investissements dont dépend le système de recherche et d'innovation pourraient faire défaut ; sans recherche ni innovation, l'accroissement des activités risque d'être compromis.

L'enjeu des stratégies visant à encourager et à orienter les activités de recherche et d'innovation est précisément d'éviter ce cercle vicieux. Pour définir les mesures à adopter et les directions à suivre, il est essentiel que les facteurs scientifiques et techniques soient mieux pris en compte dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques économique et sociale. Les débats des Ministres ont fait ressortir que cette prise en compte signifie, dans le contexte actuel, essentiellement trois choses :

Premièrement, il ne faut pas que les contraintes du court terme compromettent les sources de la croissance future. Les politiques de demande restrictives ne doivent pas avoir pour conséquence de limiter ou de décourager l'apparition et le renouvellement de ce que Schumpeter appelait les « grappes d'innovation ».

Deuxièmement, pour recréer un climat favorable à l'innovation, les gouvernements disposent d'un large éventail de mesures et de stimulants. Encore faut-il trouver un équilibre entre le court et le long terme et déterminer les limites dans lesquelles les gouvernements peuvent intervenir sans compromettre ni fausser le jeu des forces du marché.

Troisièmement, pour agir sur ces deux plans — l'horizon du temps et l'horizon du risque — les responsables des politiques économique et sociale doivent être à l'écoute des besoins, des possibilités et des objectifs propres aux politiques de la science et de la technologie, et réciproquement celles-ci doivent être attentives aux contraintes, à la marge de manœuvre et aux finalités des politiques économique et sociale.

Chacune des questions abordées lors de cette réunion a été l'occasion d'indiquer quelle conception et quelles mesures président à la réponse que l'on peut donner à ces problèmes. Cette réponse a d'abord, bien entendu, des aspects nationaux puisque, au-delà des découvertes scientifiques et des innovations techniques, il y va de l'aptitude de chaque pays à faire front aux pressions économiques de l'heure, à desserrer l'étau de la dépendance énergétique, à créer de nouveaux champs d'activités et donc de nouveaux emplois.

Mais cette réponse a aussi des dimensions et des implications internationales. Par exemple, il est important que les règles du jeu qui ont assuré le succès des échanges internationaux ne souffrent pas des craintes qu'inspire le climat de concurrence dans lequel les politiques d'innovation sont appelées à se développer. Qu'il s'agisse d'un produit ou d'un processus nouveau, l'innovation c'est la découverte ou l'invention sanctionnée par le marché : entraver le flux des innovations techniques aurait pour conséquence non seulement de dresser des barrières dans le système des échanges internationaux, mais encore d'inhiber la capacité même d'innover.

Il y a deux autres aspects internationaux sur lesquels le dossier présenté aux Ministres a particulièrement insisté. Le premier est lié aux répercussions du changement technique sur l'économie, la société et l'environnement. Il souligne l'importance qui s'attache à anticiper et à évaluer les avantages et les inconvénients de la diffusion des nouvelles technologies : il s'agit de mieux comprendre les changements que les technologies nouvelles vont entraîner et de mieux accorder ces changements aux aspirations et aux besoins de nos sociétés. Cette

fonction est essentielle, sur le plan national et international, pour que les ajustements qu'impose le changement technique aient lieu dans les meilleures conditions. A plus forte raison quand les développements technologiques comportent des menaces qui affectent l'environnement naturel de plusieurs pays, sinon de plusieurs régions et même la planète.

L'autre aspect international des discussions des Ministres a trait à la coopération multilatérale dans le domaine de la science et de la technologie. Le rapport préparé par le Secrétariat souligne les trois raisons pour lesquelles les pays Membres peuvent souhaiter aujourd'hui compléter leur propre effort de Recherche-Développement par des programmes menés en coopération. C'est d'abord que les activités de Recherche-Développement sont devenues beaucoup plus coûteuses, alors que la part du budget qui leur est consacrée plafonne dans nombre de pays. De plus, ceux-ci ont à affronter des défis communs. Et il y a de plus en plus de domaines de recherche dont le caractère « transnational » invite à réunir les efforts, les équipes et les équipements dans des actions concertées.

Les discussions des Ministres n'ont pas seulement éclairé les données et les problèmes de la situation présente, elles ont aussi indiqué les voies à suivre pour leur donner des solutions organiques. Le succès de cette réunion se traduit par un message de confiance dans l'aptitude des pays Membres à relever les défis auxquels ils sont confrontés : le capital intellectuel — c'est-à-dire les ressources scientifiques, la créativité, l'aptitude à innover, la vitalité du système de recherche et d'innovation, l'esprit d'entreprise et le dynamisme des entrepreneurs — constitue un atout pour le présent et la meilleure assurance pour l'avenir.

REMERCIEMENTS

Le Secrétariat tient à remercier les consultants qui ont contribué de très près à la préparation des différentes parties de cet ouvrage, en particulier :

- pour la première partie, le Dr. Stuart Blume, London School of Economics ;
- pour la troisième partie, le professeur Harvey Brooks, Benjamin Pierce Professor of Technology and Public Policy, Harvard University ;
- pour la quatrième partie, le professeur Eugene B. Skolnikoff, directeur du Center for International Studies et professeur de science politique, MIT, et le professeur Roger Williams, Manchester University.

Première partie

**L'ÉTAT ACTUEL DES POLITIQUES
DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE**

INTRODUCTION

Les politiques scientifiques et technologiques des pays de l'OCDE sont aujourd'hui, beaucoup plus qu'auparavant, dictées par des préoccupations économiques et par des considérations de politique étrangère et de politique sociale. L'inflation, le chômage, l'absence de croissance économique, la nécessité de politiques d'adaptation, le coût sans cesse accru des importations énergétiques, l'incertitude quant à l'accès aux matières premières indispensables : autant de problèmes qui déterminent dans une large mesure les programmes politiques de la plupart des gouvernements. L'évolution actuelle des politiques scientifiques et technologiques doit donc être comprise essentiellement comme un effort pour mobiliser le potentiel de la recherche face à cet ensemble de défis.

Confrontés aux problèmes de l'adaptation économique, les différents pays de l'OCDE formulent donc vis-à-vis de leurs systèmes de recherche des demandes et des priorités sensiblement analogues dans leurs grandes lignes, mais non pas identiques. La question de l'énergie fournit à cet égard un bon exemple : dans ce domaine, en effet, le détail des programmes de R-D sera largement déterminé par l'existence — ou l'absence — d'un programme de développement nucléaire, et la possibilité de disposer, ou non, de ressources de combustibles fossiles susceptibles d'une exploitation plus efficace. Par ailleurs, d'autres problèmes, bien que moins communément répandus, prennent une ampleur particulière dans certains pays.

C'est le cas, par exemple, de la défense. Dans un climat international incertain, la défense (et la R-D consacrée à la défense) représente une part sans cesse croissante du budget de l'Etat américain et de ceux de la France, du Japon, du Royaume-Uni, entre autres. Au Royaume-Uni, le gouvernement prévoit entre 1979-1980 et 1983-1984 une augmentation de 13.2 % des dépenses consacrées à la défense, et ce malgré une réduction de 4.9 % du volume global des dépenses prévues.

Les pays (Espagne, Grèce, Portugal) qui ont déjà adhéré à la CEE ou qui y envisagent une entrée prochaine vont se trouver confrontés dans les années 1980 à des problèmes spécifiques. L'une des préoccupations essentielles de ces pays est d'accroître la part des industries manufacturières dans le PIB et d'augmenter la productivité de l'agriculture. Le *régionalisme* constitue d'autre part un sujet de préoccupation important — en Belgique et au Canada par exemple — qui influe également sur l'évolution actuelle des politiques scientifiques et technologiques des pays. La Yougoslavie se trouve dans une situation différente, en ce sens que ses Etats fédérés (les républiques) jouissent d'une entière souveraineté pour définir les fondements politiques, juridiques et économiques de leur développement scientifique et technique et pour la mise en œuvre de leur politique

scientifique et technologique (qui est toutefois conforme aux relations socio-économiques essentielles et au système économique général du pays). Par conséquent, si d'une part ils se rejoignent largement dans les principes, d'autre part — du fait qu'ils ne se trouvent pas tous au même niveau de développement — ils assignent des fonctions différentes à leur politique scientifique et technologique¹.

Les pays de l'OCDE abordent donc les années 1980 avec des problèmes et des priorités assez différents et, partant, avec des stratégies qui divergent sensiblement. Ainsi, bien qu'on s'accorde en général à reconnaître la nécessité de limiter les dépenses publiques, l'importance de cette exigence dans l'élaboration des politiques varie selon les pays. Les politiques scientifiques et technologiques reflètent jusqu'à un certain point les problèmes spécifiques auxquels sont confrontés les différents gouvernements, les stratégies d'ensemble qu'ils adoptent pour y répondre et, enfin, l'horizon temporel dans lequel s'inscrit leur réflexion. Manifestement, l'intention annoncée par la France de se transformer en société de l'information, ou par le Japon de mettre l'accent sur un développement industriel fondé sur l'exploitation intensive du savoir, doit être considérée comme relevant d'un horizon à long terme.

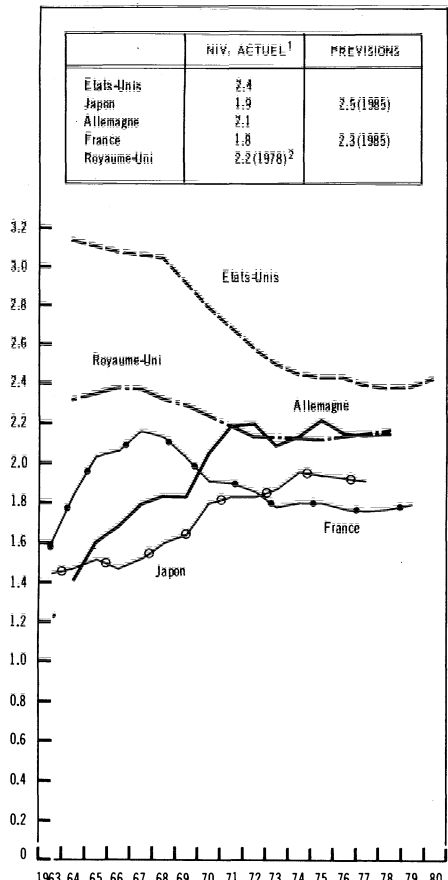
Toutefois, de plus en plus nombreux sont les gouvernements qui reconnaissent désormais que la *stimulation de l'innovation industrielle* devrait constituer un élément central de leurs stratégies actuelles. La majorité des pays Membres voient dans la promotion de l'innovation un objectif prioritaire pour faire face à la crise économique et ils estiment que cette priorité, en dépit de tendances contraires, nécessite de toute évidence l'intervention du gouvernement. En octobre 1979, le Président des Etats-Unis a consacré un message présidentiel — le premier du genre — à cette question. Il soulignait que le développement et la commercialisation de nouveaux produits et procédés « contribuent à assurer la vitalité de l'économie, l'augmentation de la productivité, la compétitivité à l'échelon international, la création d'emplois et l'amélioration de la qualité de la vie ». Cette conception est partagée par un nombre croissant de gouvernements et, semble-t-il, avec juste raison. Au Japon, dont peu de pays de l'OCDE ont égalé les récentes performances économiques, il ressort des estimations du Bureau de planification de l'Agence pour la science et la technologie que la contribution du progrès technologique à la croissance économique nationale a été de 20 % pour la période 1955-1960, de 25 % pour 1960-1965, de 38 % de 1965 à 1970, de 47 % de 1970 à 1972 ; selon les prévisions, ce pourcentage devrait passer à 65 % entre 1975 et 1982.

Certains défendent également l'idée, mais cette conception n'est pas partagée par tous, que la réussite d'une politique d'innovation technologique demande une stratégie industrielle sélective. Cette idée commence à gagner du terrain même dans les pays Membres qui ont longtemps été hostiles à ce genre de dispositions. La stimulation de l'innovation — et c'est là un aspect sensiblement différent mais non moins important — nécessite aussi des initiatives dans le domaine social et dans celui de l'enseignement, et des recherches en sciences sociales, afin de lui donner une base solide si l'on veut éviter que le processus de changement se traduise par des bouleversements. L'ampleur de la réflexion sur les conséquences éventuelles de la généralisation des microprocesseurs a fait clairement apparaître cette nécessité².

1. A. Petak et coll., *Science in Yugoslavia*, University Centre for Social Research, Zagreb, 1980.

2. Voir par exemple *Technological Change in Australia* (Rapport d'une Commission d'enquête), 4 volumes, Canberra, 1980.

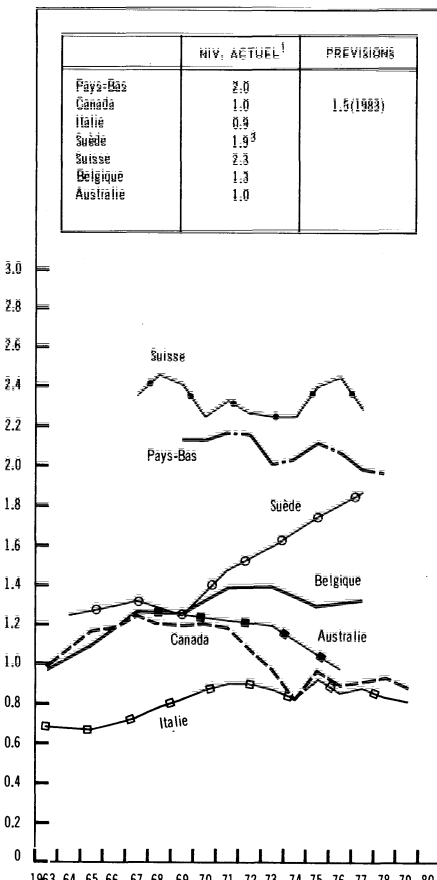
Graphique 1
 DEPENSE INTERIEURE BRUTE DE R-G (DIRG) (8ENI + 88H) EN % DU PIB



1. Niveau actuel se réfère à 1977.

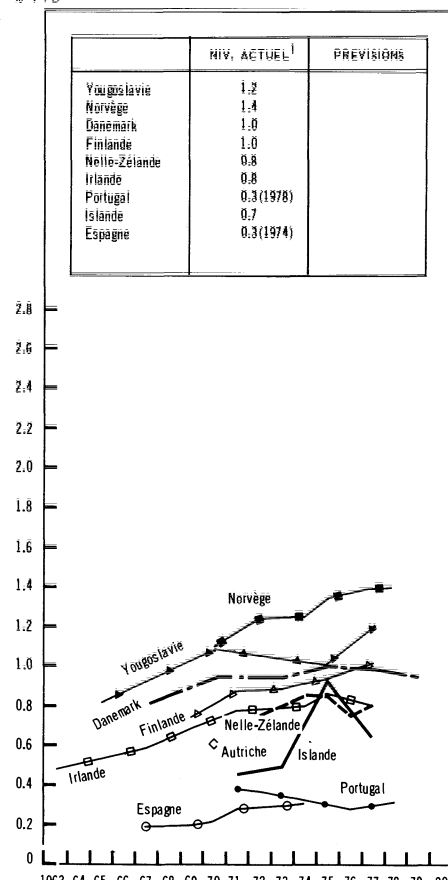
Source : Banque de données OCDE/UIST (fin 1980).

% PIB



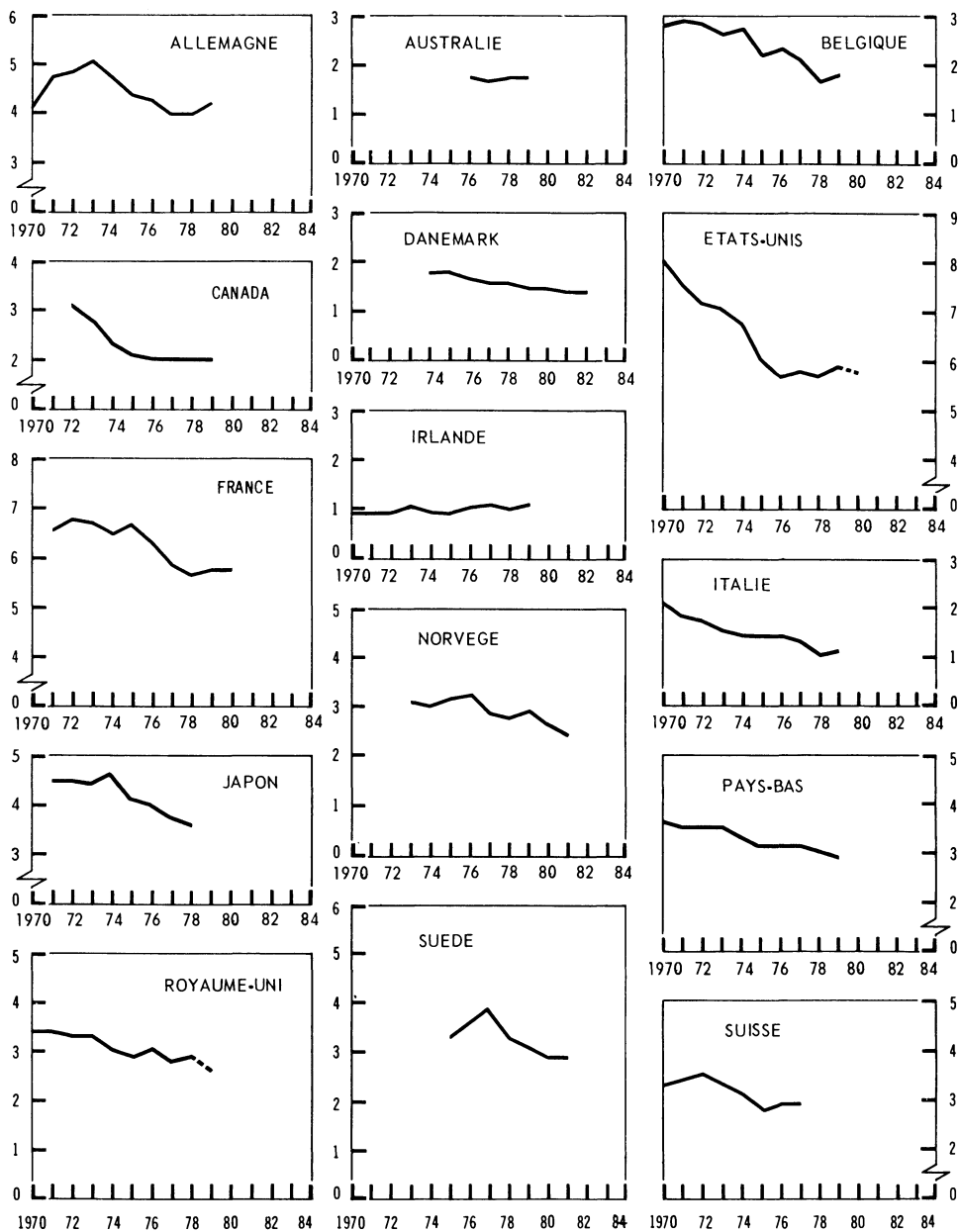
2. Estimation OCDE (UIST).

% PIB



3. Sciences sociales et humaines exclues.

Graphique 2
 EVOLUTION DU FINANCEMENT PUBLIC DE R-D EN % DES DEPENSES
 TOTALES DE L'ETAT¹ DANS QUELQUES PAYS DE L'OCDE



1. La notion de dépenses totales de l'Etat varie grandement d'un pays à l'autre, de sorte que si on peut comparer l'évolution du financement public de R-D des pays, les niveaux relatifs de ce financement ne peuvent l'être.

Source : *Le financement public de la Recherche et du Développement dans les pays de la Communauté* : « Analyse par objectifs, rapport détaillé 1970-1980 », CEE, CREST/1233/80 pour les pays de la CEE à l'exception du Danemark et de la France. Pour ces derniers et pour les autres pays : publications nationales.

Tableau 1
Ressources consacrées à la R-D et taille des pays, 1977
(Les pays sont classés dans l'ordre décroissant de leur dépense intérieure brute de R-D - DIRD)

	Dépenses			Personnel		
	DIRD (SENI + SSH) (en millions \$ EU)	PIB ⁴ (en milliards \$ EU)	DIRD % PIB	Personnel R-D (en milliers EPT)	Population active totale (milliers personnes physiques)	Personnel R-D % population active totale
Etats-Unis	44 788	1 873.7	2.4	574.4 ¹	99 534	5.8 ¹
Japon	14 375	744.4	1.9	564.9 ²	54 520	10.4
Allemagne	11 083	517.1	2.1	319.3	26 074	12.2
France	6 754	382.7	1.8	222.1	22 614	9.8
Royaume-Uni (1978)	6 688 ³	314.5	2.1 ³	n.d.	26 328	n.d.
Pays-Bas	2 116	106.5	2.0	52.9	4 880	10.8
Canada	1 856	200.0	0.9	56.0	10 579	5.3
Italie	1 909	215.4	0.9	97.3	21 794	4.5
Suède	1 500 ³	80.4	1.9	36.3 ³	4 174	8.7 ³
Suisse	1 391	60.7	2.3	41.1	2 935	14.0
Belgique	1 059	79.3	1.3	29.5	4 056	7.3
Australie (1976/77)	920	95.4	1.0	43.6	6 313	6.9
Autriche	589 ⁶	47.9	1.2	n.d.	3 038	n.d.
Yougoslavie	528 ⁵	45.6 ⁵	1.2	22.9	5 161	4.4
Norvège	503	35.8	1.4	13.7	1 851	7.4
Danemark	443	46.4	1.0	13.8	2 579	5.4
Finlande	322	31.5	1.0	14.3	2 284	6.2
Nouvelle-Zélande	125	15.2	0.8	8.2	1 230	6.7
Irlande	75	9.4	0.8	5.8	1 145	5.1
Portugal (1978)	57	17.8	0.3	6.5	4 177	1.6
Islande	13	2.0	0.7	0.6	98	6.4

SENI : Sciences exactes, naturelles et de l'ingénieur.

SSH : Sciences sociales et humaines.

EPT : Equivalent plein temps.

1. Chercheurs seulement.

2. Non en équivalent plein temps.

3. SENI seulement.

4. Pondéré pour les années fiscales.

5. Au taux de change OCDE de 18,2977.

6. Données nationales comprenant des fonds vers l'étranger. Les données du secteur des Entreprises comprennent « Lagerstättenforschung » mais excluent la recherche en coopération.

Note : La conversion en dollars américains de la DIRD et du PIB des pays Membres a été opérée aux taux de change officiels. Ces taux ne traduisent pas nécessairement le rapport entre les coûts dans les différents pays, en particulier en ce qui concerne la R-D.

Sources : Données de R-D : Banque de données OCDE/UIST (fin 1980), sauf Royaume-Uni (données extraites de *Economic Trends*, n° 321, juillet 1980) et Yougoslavie (données extraites de *Science in Yugoslavia, op. cit.*, tableaux 6 et 7, et de *Yugoslav Statistical Yearbook 1979*, p. 123).

Autres données : Division des Statistiques économiques et des Comptes nationaux, OCDE ; et *Statistiques de la population active 1967-1978*, OCDE, Paris.

Conformément à cette volonté de stimuler l'innovation, et malgré le souci général de limiter les dépenses publiques, un certain nombre de gouvernements ont à nouveau fixé des objectifs pour l'accroissement de la part du PNB consacrée à la R-D. Ces objectifs apparaissent, en liaison avec l'évolution antérieure de la part des dépenses de R-D dans le PNB, au graphique 1. En aucun cas il n'est question que cette augmentation soit supportée dans sa totalité par les finances publiques : il s'agit au contraire de stimuler aussi l'investissement du secteur industriel dans la R-D.

En dépit de la volonté de répartir l'augmentation des dépenses de R-D entre le secteur privé et le secteur public, un tel engagement représente en fait un changement dans les orientations gouvernementales si l'on considère que la part des dépenses de R-D dans les budgets des pays est restée stationnaire ou a connu un recul au cours des années 1970 (voir graphique 2).

Par ailleurs, l'augmentation prévue des dépenses de R-D, qu'elle concerne la stimulation de l'innovation, l'approvisionnement en énergie ou tout autre des objectifs importants retenus par le gouvernement, doit aller de pair avec la mise en place de mécanismes plus efficaces pour la définition des priorités : en d'autres termes, les priorités de R-D doivent refléter les priorités mêmes de la politique gouvernementale au niveau sectoriel ou intersectoriel. Les transformations actuelles dans l'appareil de politique scientifique et technologique de nombreux pays traduisent précisément le souci de tenir compte de cette exigence. Mais le processus de formulation des politiques scientifiques et technologiques est de plus en plus fonction, dans certains pays tout au moins, de considérations politiques plus larges. Il résulte de cette situation, due au demeurant à de nombreux facteurs, que le processus d'élaboration des politiques en vient progressivement à refléter les valeurs et les traditions politiques propres à chaque nation plutôt que des caractéristiques propres au domaine de la science et de la technologie.

Enfin, les gouvernements reconnaissent, à des degrés divers, que l'expansion de l'effort de R-D (ou même l'optimisation de cet effort dans le cadre des ressources existantes) demande une mobilisation efficace des communautés nationales de recherche. Les systèmes de recherche auxquels les gouvernements peuvent faire appel diffèrent d'un pays à l'autre, et avant tout par leur importance, comme le montre le tableau 1. S'il est toujours possible, en principe du moins, de débloquer rapidement des crédits supplémentaires, il faut par contre des années pour augmenter l'effectif des chercheurs. Bien plus, des obstacles intrinsèques et de nature structurelle s'opposent souvent à une mobilisation de cet ordre. D'autre part, elle comporte également ses dangers, et plus particulièrement le risque que la recherche fondamentale soit soumise aux pressions qu'entraîne la conjoncture immédiate. Certains ont conscience de ce danger et, voyant au-delà du contexte actuel de crise, reconnaissent l'importance de la poursuite de l'effort de recherche fondamentale sur des bases saines.

I. PRÉVOIR L'AVENIR

1. *Possibilités et limitations de la politique scientifique et technologique*

Il faut généralement des années d'effort et de travail soutenu pour résoudre les grandes questions scientifiques et technologiques. L'histoire des réussites les plus importantes du passé récent (la biologie moléculaire, par exemple) en apporte la preuve et témoigne des capacités et de la détermination des scientifiques et des technologues, mais aussi de ceux qui ont rendu leur travail possible. Les industriels savent eux aussi fort bien que la réalisation d'un projet de R-D d'une certaine ampleur nécessite plusieurs années, et qu'un tel projet demande à être évalué en fonction des futurs marchés (potentiels). Pourtant, à l'échelon national, et si l'on excepte les grands programmes de défense et les autres projets « à haut contenu technologique », la formulation des politiques scientifiques et technologiques n'a guère été guidée jusqu'ici par une réflexion à long terme. Néanmoins, un nombre croissant de pays se rendent compte que la communauté scientifique et technique ne peut être efficacement mobilisée pour affronter les grands problèmes des années 80 si cette mobilisation ne s'inscrit pas dans une certaine « vision de l'avenir » et ne s'appuie pas sur une démarche stratégique³.

Cette façon nouvelle d'envisager l'avenir, qui se précise peu à peu, tient à plusieurs raisons. Premièrement, la planification est devenue absolument nécessaire dans le domaine de l'énergie. Deuxièmement, on s'inquiète des conséquences que les techniques nouvelles, en particulier dans le domaine de l'informatique et de l'information, auront sur l'emploi, sur la structure du secteur des services et sur la société en général⁴. Troisièmement, on se rend de plus en plus compte des possibilités que la biotechnologie pourrait offrir à l'avenir. Cette vision nouvelle a des effets manifestes dans certains pays. En France, où ce type de politique prévisionnelle repose sur une longue tradition, le secrétaire d'Etat à la Recherche a exposé la tentative actuelle d'élaboration d'une stratégie décennale pour la politique scientifique nationale comme découlant de l'horizon temporel qu'imposent la formation de scientifiques et l'installation et la mise en œuvre d'équipements importants. De plus, à la différence des plans précédents, l'idée était moins d'aller dans le détail des objectifs que d'esquisser de grandes orientations

3. Cf. « Science, technologie et société dans les années 80 », pp. 93 à 137 de ce volume.

4. Conférence à haut niveau sur les Politiques de l'information, de l'informatique et des communications au cours des années 80 ; déclaration finale du président, OCDE, octobre 1980.

en fonction des défis lancés par le développement économique et social et de réorganiser la recherche en vue d'accroître sa qualité et son utilité⁵.

Dans un esprit analogue, le Congrès américain a adopté en 1976 la « National Science and Technology Policy, Organisation and Priorities Act ». Cette loi prévoit l'élaboration périodique d'une « Perspective quinquennale » qui analysera en particulier les problèmes en voie d'émergence à l'échelon national et la contribution éventuelle de la science dans ce domaine, ainsi que les possibilités et les contraintes qui déterminent les moyens scientifiques et technologiques à mettre en œuvre pour résoudre ces problèmes. Des efforts importants, quoique assez différents, pour analyser les options et les contraintes nationales sur une période de cinq à dix ans ont été entrepris récemment en France, aux Etats-Unis, au Japon et en Suède.

En France, la stratégie décennale pour la politique scientifique nationale, élaborée à la demande du Président de la République et approuvée par le gouvernement en juillet 1980, s'ordonne autour des grands axes suivants : accroissement des crédits publics de recherche de manière que la part du PNB consacrée à la recherche se rapproche progressivement de celle des pays les plus actifs dans la recherche ; accès plus facile des jeunes scientifiques aux carrières de la recherche ; valorisation des efforts de R-D dans les domaines technologiques arrivés à maturité (tels que les communications et la technologie spatiale) et intensification de l'effort dans le domaine de l'énergie et des matières premières ; amélioration des budgets de programme dans les centres de R-D avec des financements et des mesures spécifiques pour des projets en coopération dans les domaines prioritaires ; planification intersectorielle de l'investissement en grands équipements scientifiques ; préparation d'un « Livre Blanc »⁶ sur la contribution de la recherche scientifique au progrès du pays (ceci étant une réflexion générale sur les interactions de la recherche et de la société plutôt qu'un catalogue exhaustif de thèmes scientifiques).

C'est dans une optique assez analogue à celle de ce « Livre Blanc » que s'inscrit aux Etats-Unis la contribution de la National Academy of Science (NAS) à la première des « Perspectives quinquennales » qui, conformément à la loi de 1976, a été élaborée récemment par la National Science Foundation en collaboration avec la NAS, des organismes gouvernementaux et de nombreux spécialistes. Ce document présente le bilan actuel dans le domaine de la science (et de nombreuses technologies) et une évaluation des possibilités qu'offre chaque domaine. Il ne cherche cependant pas à établir de priorités.

Au Japon, le Conseil de la science et de la technologie (qui joue un rôle consultatif auprès du Premier ministre) a publié en 1977 un rapport sur les « Politiques scientifiques et technologiques dans une perspective à long terme ». Ce document définissait la voie selon laquelle les politiques nationales devaient s'orienter au cours de la décennie à venir pour permettre à la science et à la technique de :

- i) contribuer à la qualité de la vie (par l'amélioration des services de santé, des conditions d'hygiène et du cadre de vie, etc.) ;
- ii) contribuer à la croissance de l'économie (en renforçant la capacité concurrentielle à l'échelon international, en garantissant les approvisionnements en matières premières, etc.), et pour faire en sorte que :
- iii) le développement et les applications de la science et de la technologie soient étroitement coordonnés ;

5. *Le programme décennal de la recherche : une stratégie nouvelle pour la politique scientifique nationale*, Secrétariat d'Etat à la Recherche, Paris, 13 septembre 1979.

6. *Construire l'avenir*, « Livre Blanc » sur la recherche présenté au Président de la République, la Documentation française, Paris, 1980.

- iv) les politiques scientifiques et technologiques puissent être mises en œuvre avec efficacité ;
- v) les activités scientifiques et technologiques s'inscrivent dans une perspective globale et à plus long terme (en prenant en compte les exigences de la recherche fondamentale)⁷.

En 1980, le Conseil des structures industrielles (qui joue un rôle consultatif auprès du ministre du Commerce international et de l'Industrie) a proposé une vision du Japon comme « nation fondée sur la technologie »⁸. Dans son rapport, le Conseil souligne la nécessité pour le Japon d'exploiter au mieux son unique ressource — à savoir son potentiel humain — en utilisant le progrès technologique comme support principal du progrès économique et social et de la sécurité économique. L'accent est mis sur les nouvelles technologies et sur l'importance de la formation d'un personnel capable de susciter des innovations technologiques déterminantes.

En Suède, des rapports sur les perspectives nationales dans le domaine de la technologie ont été établis par l'Académie royale des sciences techniques⁹ et par le Conseil suédois du développement technique (STU)¹⁰. Ces deux rapports aboutissent à des conclusions similaires quant au choix des technologies à retenir au titre des objectifs prioritaires de R-D pour les années 1980 : recherche sur les matériaux ; technologies sociales (technologies de l'environnement et de la santé, domaines dans lesquels la Suède est un pays potentiellement exportateur) ; biotechnologie ; technologie des transports ; et électronique. (En Allemagne, le ministère fédéral de la Recherche et de la Technologie met actuellement l'accent sur des priorités assez analogues. La similitude des priorités retenues dans les pays avancés de l'OCDE est d'ailleurs frappante.)

Au Canada, au terme d'une consultation publique ayant fait suite à la parution d'un « Livre Vert », le gouvernement du Québec a publié en avril 1980 un énoncé qui met l'accent sur la participation des chercheurs et de l'ensemble de la population aux débats concernant la science et la technologie¹¹. La stratégie de base qui y est mise en avant est axée sur un développement des ressources humaines qu'on entend arrimer aux objectifs économiques, sociaux, culturels et politiques du Québec ; elle fait appel à la collaboration des universités et des divers organismes de recherche et se réalisera grâce à une aide gouvernementale accrue. Parmi les mécanismes institutionnels mis en place pour concrétiser les orientations annoncées, il faut surtout mentionner : un Conseil de la politique scientifique (comprenant une Commission de la culture scientifique et technique et une Commission de l'information scientifique et technique), des fondations publiques de recherche, des instituts publics de recherche, un ministère d'Etat spécialement responsable de l'harmonisation de l'action gouvernementale en matière de science et de technologie ainsi que de l'animation de l'ensemble du système scientifique et technique.

En Yougoslavie, l'usage d'établir ce genre de perspectives est relativement récent. Néanmoins, en 1977, on y publiait les grandes lignes de la politique scientifique future. Ce document comprenait en particulier une étude des nouveaux

7. *The Foundation of Japan's Overall Science and Technology Policy Based on Long-Term Prospects*, Conseil de la science et de la technologie, Tokyo, 1977.

8. *Vision of MITI Policies in the 1980s*, Conseil des structures industrielles, Tokyo, 1980.

9. *Knowledge and Competitiveness*, Académie royale des sciences techniques, Stockholm, 1979.

10. *Technology for the Future*, Conseil suédois du développement technique, Stockholm, 1979.

11. *Un projet collectif : énoncé d'orientation et plan d'action pour la mise en œuvre d'une politique québécoise de la recherche scientifique*, Québec, éditeur officiel, 1980.

problèmes nationaux que la science et la technique pourraient aider à résoudre. Les principales lignes d'action suivantes y étaient indiquées : encourager la productivité dans les industries nationales de l'énergie, des matières premières et de l'alimentation ; doter certaines branches de l'industrie — dont celles des produits chimiques et de l'électronique — d'une certaine autonomie dans le domaine technique ; atteindre divers objectifs sociaux ; etc. Un projet intitulé : « Les fondements de l'expansion à long terme de la recherche scientifique en Yougoslavie » a été lancé en 1979.

*
* * *

Des études de cet ordre font nécessairement appel aux sciences sociales. Les questions que la mise au point et l'application de techniques nouvelles et de pointe posent aux pouvoirs publics comprennent d'importants aspects d'ordre social. C'est ainsi que les microprocesseurs auront pour l'emploi des conséquences qui frapperont probablement le plus durement la jeunesse, la main-d'œuvre immigrée, les travailleurs âgés et les femmes. Afin de pouvoir prendre les mesures sociales qui s'imposeront, il faut bien saisir ces problèmes, et on n'y parviendra que si l'on recourt aux méthodes d'investigation, aux théories et aux connaissances des sciences sociales. Les conclusions des recherches effectuées dans le domaine des sciences sociales sont surtout utiles pour la planification à moyen et à long terme. Signalons par exemple qu'aux Pays-Bas, où des estimations budgétaires pluriannuelles ne sont établies que depuis relativement peu de temps, on cherche activement à mieux tirer parti des sciences sociales dans l'élaboration de la politique¹².

2. *Planification des dépenses publiques consacrées à la science et à la technologie*

Les exemples de plans à long terme dont les prévisions ont été largement démenties par la réalité abondent dans l'histoire récente. L'expérience de certaines des nations les moins industrialisées de l'OCDE est à cet égard particulièrement malheureuse. Il n'est donc pas possible de dire en quoi, ou dans quelle mesure, des plans de ce genre influenceront réellement les politiques. On peut cependant déterminer leur utilité *potentielle* en fonction de l'*horizon temporel* des prévisions budgétaires. Si le processus de programmation des dépenses et de formulation des politiques inclut des dispositions précises pour la prise en compte des perspectives à plus long terme, ces options à long terme *peuvent* jouer un rôle important.

Les modalités de prévision à long terme des dépenses publiques varient selon les pays. Dans la mesure où ces dispositions conditionnent la planification des dépenses consacrées à la science et à la technologie, on peut distinguer plusieurs approches dont les différences paraissent significatives.

Au *Royaume-Uni*, on publie depuis quelque temps des budgets « glissants » sur cinq ans (et, plus récemment, sur quatre ans) établis à partir des travaux du « Public Expenditure Survey Committee » (Commission de contrôle des dépenses publiques). Ils ne comprennent aucune prévision globale pour les activités de R-D mais, lorsque les estimations sont faites pour une année, on publie en même temps une analyse des activités de R-D de l'année précédente. Pour connaître les dépenses de R-D effectuées au titre de ces « budgets glissants », il faut donc se reporter aux budgets par programme. C'est le cas, par exemple, des crédits alloués aux conseils

12. Voir *Medium-Term Plan for Social Research and Policy*, Ministère de la Politique scientifique, La Haye, 1979.

de recherche pour les subventions annuelles qu'ils octroient essentiellement à des recherches fondamentales (le « Budget de la science »), et dont le montant a été estimé pour l'exercice 1980-1981 à quelque 14 % des dépenses publiques totales de R-D. Selon le rapport le plus récent¹³, le montant total des fonds versés aux conseils de recherche devrait augmenter d'environ 1 % par an en valeur réelle entre 1980-1981 et 1983-1984¹⁴. L'usage veut que l'enveloppe annuelle soit fixée sur cette base, le moment venu, sous la forme d'un plafond de dépenses tenant compte de l'inflation. Ce plafond est censé permettre l'évolution attendue des salaires et des prix au cours de l'exercice, bien qu'il ne puisse toujours en être pleinement ainsi dans la pratique — en particulier quand le taux d'inflation est élevé. Se référant aux plans « glissants », le Comité consultatif des conseils de recherche examine les besoins de chaque conseil dans le cadre d'un examen prévisionnel et adresse au gouvernement ses recommandations concernant la répartition des ressources attendues — répartition qui est exprimée en termes de « lignes directrices » pour la « croissance » annuelle de chaque conseil, laquelle peut être établie selon des taux positifs, nuls ou négatifs. Comme tous les plans de dépense du gouvernement, ceux concernant le Budget de la science sont soumis à un examen annuel, de sorte que les lignes directrices dégagées pour l'avenir sont également révisées chaque année.

Les *Pays-Bas* disposent à la fois de prévisions pluriannuelles et d'un véritable budget de la science. Aux termes de la loi, le gouvernement néerlandais doit présenter chaque année au parlement une estimation de son programme de dépenses portant sur cinq ans. Ces prévisions sont complétées par un budget de la science élaboré sur une base analogue. Ce document fournit aux institutions de recherche du pays (et à l'industrie) une indication des priorités gouvernementales de R-D, de l'importance financière qui leur est accordée, et donne une idée de l'évolution probable des ressources qui leur seront affectées.

Les gouvernements sont de plus en plus convaincus de l'intérêt que présente l'établissement d'un budget de la science. Le premier *Science Statement* australien¹⁵ est une analyse post-budgétaire des dépenses estimées de R-D des ministères, entreprises et services publics, et services para-publics (du Commonwealth) de l'exercice 1979-1980 (et des exercices précédents). En Irlande, le National Board for Science and Technology (Conseil national pour la science et la technologie) a publié récemment son premier *Science Budget* qui se présente là encore sous la forme d'une analyse post-budgétaire. Ce document doit être soumis chaque année à l'approbation du parlement¹⁶. Le Conseil conclut :

« La planification et l'exécution efficaces des programmes scientifiques et technologiques supposent un effort de financement régulier sur une longue période. Ce qu'il faut avant tout, c'est une politique de financement pluri-annuel. »

Sur des bases analogues¹⁷, le gouvernement suédois a décidé récemment de présenter un plan quinquennal de R-D en 1982 ; il est prévu que cette présentation

13. *The Government's Expenditure Plans 1980-1981 to 1983-1984*, Londres, 1980.

14. Les plans révisés de dépenses du gouvernement devraient être prochainement annoncés. Les précédentes prévisions faites pour le « Budget de la science » ont été réduites de 0.6 % pour 1981-1982.

15. *Science Statement 1979-1980*, Department of Science and the Environment, Canberra, 1980.

16. *Science Budget, State Investment in Science and Technology in 1980: Analysis and Commentary*, National Board for Science and Technology, Dublin, 1980.

17. C'est d'un esprit similaire que s'inspire le projet de loi tendant à autoriser des engagements pluriannuels pour les grands programmes de R-D qui est actuellement soumis au Congrès des Etats-Unis.

intervienne tous les trois ans. La responsabilité de l'élaboration du premier plan a été confiée pour l'essentiel au ministère de l'Éducation qui, compte tenu du système extrêmement décentralisé de la R-D en Suède, devra s'assurer la collaboration des autres ministères.

3. *Planification de la R-D à l'échelon des organisations*

L'importance des budgets de la science établis à partir de « plans glissants » tient en particulier à leur utilité pour les organismes responsables des programmes de recherche. La mise en œuvre et la gestion efficace de la R-D, que ce soit au niveau du conseil de recherche, de l'université ou du laboratoire, nécessitent non seulement un financement approprié, mais aussi une certaine connaissance du volume des fonds qui seront disponibles à l'avenir. L'idéal en ce domaine est évidemment d'avoir la garantie que les besoins financiers seront couverts. Mais en ces temps de restrictions budgétaires, peu d'institutions du secteur public peuvent compter sur une telle assurance. Tout au plus peuvent-elles espérer avoir une indication des intentions du gouvernement pour ce qui concerne le financement de la R-D, indication sans laquelle d'ailleurs elles ne seront guère en mesure de planifier, de mettre en œuvre et de gérer leurs programmes.

On s'accorde cependant en général à reconnaître que pour les organismes directement engagés dans la recherche (qu'ils relèvent du secteur public ou du secteur privé) la planification à moyen terme (3 à 5 ans) devient une tâche de plus en plus difficile. Au Royaume-Uni, par exemple, les universités ont de plus en plus de mal à planifier sur plusieurs années. Quant aux conseils de recherche, nous avons examiné plus haut les problèmes du « plan glissant » actuellement utilisé pour l'élaboration du « Budget de la science » et de l'examen annuel qui dérive des « lignes directrices » pour la planification. Ajoutons toutefois que le Comité consultatif des conseils de recherche a signalé dans son dernier rapport¹⁸ que ces conseils, dont le revenu est en grande partie assuré par les travaux qu'ils effectuent sous contrat pour des ministères, s'étaient plaints de la vulnérabilité de leur situation financière qui est à la merci d'éventuelles fluctuations dans la nature et l'importance de ces contrats : le Comité consultatif a également insisté sur l'importance pour les conseils d'une garantie de financement stable par les ministères concernés¹⁹. En Italie, le programme de recherche sur l'énergie nucléaire a été gravement compromis du fait que certains crédits prévus dans le dernier plan quinquennal n'ont pu être accordés et que d'autres ont été versés avec retard.

Même en Allemagne, où des taux d'inflation bas et stables (ce qui est peut-être tout aussi important) facilitent la planification, certaines difficultés se font jour. Elles s'expliquent, entre autres, par le fait que les organes législatifs, soucieux de contrôler les dépenses, s'intéressent de plus près au détail des budgets. Mais, dans leur effort de planification, l'Association allemande de recherche (DFG) (qui présente un programme budgétaire annuel) et la Société Max-Planck (MPG) (qui présente un programme budgétaire sur 5-6 ans) peuvent tabler sur

18. *Report, Advisory Board for the Research Councils*, Londres, février 1979.

19. Suivant les nouvelles dispositions annoncées en octobre 1980, les fonds transférés aux départements de la santé en 1973-1976 pour financer la recherche biomédicale effectuée pour leur compte par le Conseil de la recherche médicale reviendront au Budget de la science à partir de 1981-1982. Le Conseil a accepté de continuer à se référer aux besoins et aux priorités des départements de la santé dans la définition de son programme de recherche biomédicale.

la certitude que les crédits disponibles permettront au moins, même s'ils ne la suivent plus, de compenser l'inflation. Il est certain que, sans cette assurance, les organisations rencontreront de sérieux problèmes pour arriver à une gestion et une exploitation efficaces de la recherche « stratégique » qui, de l'avis général, constitue un élément clé pour surmonter les difficultés économiques et les problèmes de ressources actuels.

II. FORMULATION DES PRIORITÉS DE R-D

Dans l'ensemble, l'appareil mis au point au niveau gouvernemental pour déterminer les activités prioritaires dans le domaine scientifique et technique est en principe conditionné par le « style » ou les « traditions » propres à l'administration — qui varient naturellement d'un pays de l'OCDE à l'autre — et non par la conviction que la science et la technologie exigent un traitement spécifique. Les priorités de R-D tendent naturellement à refléter les objectifs politiques du moment plutôt que les besoins à venir ou les exigences de la R-D. En particulier, on accorde une importance très variable au problème de la coordination : l'autorité relative des organes de coordination, d'une part, et des divers ministères, d'autre part, diffère sensiblement de pays à pays. Ce sont les mêmes valeurs quoique parfois nécessairement modifiées par les circonstances (l'inflation, par exemple) ou par l'expérience (comme dans le cas du PPBS ou « rationalisation des choix budgétaires ») qui sous-tendent les mécanismes de planification décrits plus haut.

Il y a là une corrélation évidente : une planification centralisée, ou l'élaboration d'un budget de la science, suppose un organe central de coordination pour établir le plan ou le budget en question. D'ailleurs, l'évolution du pouvoir imparti à un tel organe peut avoir pour conséquence, ou pour cause, une modification de ces processus mêmes. On en voit un exemple aux Pays-Bas, où le pouvoir croissant dévolu au ministère de la Politique scientifique se traduit par des modifications dans le processus d'élaboration du budget de la science. Au lieu de se limiter à une compilation *ex post* des décisions budgétaires préalablement arrêtées, l'établissement du budget fait désormais l'objet de discussions préliminaire détaillées entre le ministre assisté de ses collaborateurs et les autres ministères. Mais, alors que les années 70 ont été marquées par un renforcement de l'autorité centrale aux Pays-Bas, elles ont connu une tendance croissante à la « sectorisation » en Suède et au Royaume-Uni.

En tout état de cause, il semble que les enjeux des années 1980 soumettent les structures de décision, qu'elles soient centralisées ou décentralisées, à des pressions accrues. D'une part, en effet, les contraintes financières et politiques incitent les responsables à articuler les programmes de R-D en liaison plus étroite avec les priorités ministérielles (ou « sectorielles ») qui orientent les politiques menées dans différents domaines : énergie, santé, agriculture, etc. Une articulation aussi détaillée, comportant la vérification de l'intérêt des projets de R-D tout au long de leur réalisation, ne peut guère s'effectuer en dehors d'une organisation aux compétences spécialisées (sectorielles). Cependant, un certain nombre de domaines technologiques auxquels les gouvernements sont amenés à prêter une attention toute particulière — notamment la technologie énergétique, la biotechnologie — sont d'une portée telle qu'ils exigent un appareil de coordination.

Le concept de « technologies génériques » (et l'utilité éventuelle de la recherche concernant les principes de base des technologies qui servent, ou pourraient servir, de point de départ à plusieurs industries) souligne le besoin potentiellement croissant de coordination à l'échelon national. Ce dilemme se reflète dans les transformations apportées à l'ensemble des mécanismes qui, dans les différents pays de l'OCDE, sont censés traduire les préoccupations politiques évoquées plus haut en un certain nombre de priorités de R-D.

1. *L'élaboration des politiques sectorielles de R-D*

Au Royaume-Uni, on s'est tout spécialement efforcé de mettre au point une procédure capable « de garantir que les travaux de R-D contribueront mieux à l'élaboration et la mise en œuvre de l'action gouvernementale ». L'application du principe « client-fournisseur » dans les divers ministères vient de faire l'objet d'un examen²⁰. D'après ses conclusions il est encore trop tôt pour porter un jugement définitif, mais l'adoption de ce principe a incontestablement renforcé l'appareil gouvernemental qui préside à la R-D. Si, comme on pouvait s'y attendre, la mise en œuvre de ce principe — qui entraînait de grands bouleversements — a soulevé des difficultés, il faut maintenant et avant tout garantir une stabilité suffisante à l'organisation existante tout en surveillant de près tous les aspects du système, en particulier la façon dont les procédures ministérielles régissant la conclusion des contrats sont appliquées, et leurs effets sur les adjudicataires. Les mesures qui avaient été annoncées dans le rapport précédent (Cmnd 5046 de 1972) ont eu pour effet d'accroître considérablement la part des recherches entreprises pour des ministères afin d'étayer leur action dans l'ensemble des activités de R-D financées par l'Etat. La conclusion générale de l'examen de 1979 est que le nouveau système fonctionne de façon satisfaisante.

En revanche, cet examen britannique officiel ne tient pas compte des effets des mécanismes eux-mêmes sur la qualité et la nature des recherches effectuées sous contrat, bien que les ministères soumettent les travaux et leurs résultats à des évaluations régulières. Dans un rapport sur le financement de la recherche réalisé en France dans le cadre du programme décennal (le « Rapport Chabbal »)²¹, on a formulé certains doutes quant aux résultats d'une approche sectorielle aussi poussée, doutes que partage la Commission de la recherche du VIII^e Plan²². Les réserves émises concernent notamment la « bureaucratisation » et la « programmation rigide et centralisée » qu'entraîne apparemment cette approche. La question est très importante de savoir si la formulation sectorielle des projets de recherche à la lumière des exigences tactiques de politique immédiate est le moyen le plus efficace pour que la R-D contribue à la mise en œuvre des politiques économiques et sociales. Ce problème est différent selon qu'il existe ou non plusieurs forums au sein desquels s'élaborent les stratégies globales, et parmi lesquels devrait se trouver un « client » plus approprié. C'est ainsi qu'au Royaume-Uni le Conseil consultatif pour la recherche appliquée (*Advisory Council for Applied R&D* — ACARD) dont le secrétariat fait partie du « Cabinet Office » a fait référence, dans un rapport de 1978, au rôle des groupes de travail sectoriels du Conseil national de développement économique (NEDC) qui réunissent des représentants du gouvernement, du patronat et des syndicats.

20. *Review of the Framework for Government Research and Development* (Cmnd 5046), Londres, mars 1979, Cmnd 7499.

21. « Le financement de la recherche », « Rapport Chabbal », dans *Le Progrès scientifique*, n° 205, DGRST, Paris, mars-avril 1980.

22. *VIII^e Plan: Rapport de la Commission de la recherche*, Commissariat au Plan, Paris, juillet 1979.

Bien qu'ils ne se préoccupent que partiellement de technologie ou de R-D, les groupes de travail sectoriels ont maintenu des contacts nourris avec les *Research Requirements Boards* (Bureaux des besoins en recherche) du ministère de l'Industrie. Aux Pays-Bas, c'est précisément cette approche plus stratégique en matière de politique sectorielle de R-D qui est à la base du développement des conseils sectoriels.

La notion néerlandaise de conseil sectoriel — organisme regroupant des chercheurs, des utilisateurs et des représentants du gouvernement ayant des intérêts communs dans un domaine donné et qui se réunissent pour coordonner les activités, envisager les priorités pour le financement public de la recherche, et établir des plans pluriannuels — date du Memorandum de 1974 sur la politique scientifique. L'idée était que de tels conseils auraient pour tâche de donner des avis au(x) ministre(s) sur la politique globale de recherche à mener dans le secteur relevant de leur compétence, et sur l'orientation du programme de financement public. Les premiers conseils sectoriels devaient être créés dans les domaines suivants²³ : agriculture, construction et logement, médecine et santé, coopération en vue du développement, défense et technologie industrielle. Dans certains de ces domaines le nouveau mécanisme est d'ores et déjà totalement opérationnel.

S'il est encore trop tôt pour se livrer à une évaluation significative de l'expérience des conseils sectoriels, les points suivants méritent cependant d'être relevés. On discerne encore mal quelle influence les conseils sectoriels peuvent avoir sur la recherche universitaire qui, non seulement représente un aspect essentiel de la recherche néerlandaise, mais est organisée en grande partie selon le découpage des disciplines traditionnelles, lequel ne coïncide pas avec ces « secteurs » de politique. En deuxième lieu, il reste à savoir précisément quel usage les ministres font des recommandations stratégiques formulées par les conseils, et en quoi celles-ci pèsent réellement sur les décisions relatives aux contrats de recherche. Troisièmement, il faut souligner qu'aux Pays-Bas la catégorie des « utilisateurs de la recherche » est prise dans un sens très large, de sorte qu'elle peut inclure aussi bien les représentants des syndicats (comme dans le conseil de l'agriculture) que les représentants des groupes d'intérêt public.

Le point à souligner ici est le suivant : bien que la nécessité « d'articuler » la R-D avec les politiques sectorielles ne fasse aucun doute, si l'on veut que les résultats obtenus aient une quelconque utilité et soient effectivement utilisés, la question reste malgré tout posée de savoir à quel niveau d'élaboration de la politique (niveau stratégique général ou niveau tactique particulier) cette articulation devrait intervenir.

2. *Coordination des politiques scientifiques et technologiques*

On peut noter une tendance plus nette allant dans le sens d'un renforcement de la coordination transsectorielle de la R-D. Dans certains pays, de tels rouages de coordination fonctionnent à un haut niveau.

Le ministère fédéral allemand de la Recherche et de la Technologie (BMFT) qui détient d'importants pouvoirs de contrôle sur les fonds de R-D, de même que l'Agence japonaise pour la Science et la Technologie qui répartit les fonds de R-D, assument aussi, l'un et l'autre, des fonctions de coordonnateur qui prennent apparemment de plus en plus d'importance. D'autres pays procèdent également à un renforcement de leur appareil de coordination. Aux États-Unis, par exemple, un mécanisme officiel de coordination de la politique scientifique

23. *Sector Councils for Science Policy*, Ministre de la Politique scientifique, La Haye, juillet 1977.

a été rétabli au sein de la Maison Blanche. Ce mécanisme intègre à nouveau le *Federal Council for Science and Technology* qui regroupe tous les organes fédéraux engagés dans des activités importantes de R-D — mais il semble bien que, pendant la dernière Administration, la coordination ait été surtout mise en œuvre par des contacts directs entre le Conseiller scientifique et l'*Office of Management and Budget*. Le rôle du secrétariat d'Etat à la Recherche, créé en 1977 au sein de l'administration française et qui dépend du Premier ministre, illustre également cette tendance. Au Danemark et en Suède, où les années 1970 ont connu un développement rapide de la sectorialisation de la R-D, on s'efforce actuellement de mettre en place des mécanismes de coordination globale.

Il semble que cette sensibilisation accrue au problème de la coordination procède de considérations analogues à celles qui ont dicté l'engagement croissant de nombreux pays de l'OCDE en faveur de l'innovation technologique comme moyen de stimuler la croissance. Dans les deux cas, la conception sous-jacente, et qui ne prend forme que progressivement, est que le progrès technologique et la recherche essentiellement stratégique doivent être envisagés avant tout comme porteurs de possibilités stratégiques et de mutations technologiques radicales. Cette « vision » est en contradiction avec l'approche qui limite la R-D à la « recherche de solutions » ou qui la subordonne de façon restrictive à des critères de comptabilité ou même à des tentatives de calcul des coûts et des profits. L'apparition de nouvelles technologies, l'idée de « technologies génériques » justifient cette vision nouvelle. Un rapport sur la biotechnologie récemment publié au Royaume-Uni va dans ce sens :

« ... un sujet tel que la biotechnologie qui, au stade actuel, concerne plusieurs secteurs de compétence au sein des ministères et des conseils de recherche et qui se heurte aux divisions arbitraires entre recherche fondamentale et recherche appliquée est désavantagé par la structure actuelle, au Royaume-Uni, de l'aide publique et privée à la Recherche et au Développement. La recherche appliquée stratégique est, de façon générale, desservie par les mécanismes nationaux de financement de la recherche et leurs modalités d'application, notamment dans les domaines où il n'existe ni départements universitaires bien structurés pour la promouvoir, ni industries solidement implantées pour fournir un stimulant commercial. »²⁴

Les organes de coordination centrale peuvent jouer un rôle particulièrement utile dans la répartition des crédits restreints destinés à financer la recherche difficilement intégrable dans le programme d'un seul ministère ou d'un organisme précis. Des fonds de ce type sont à la disposition, entre autres, de la Délégation générale à la recherche scientifique et technique (DGRST) en France, du Conseil pour la planification et la coordination de la recherche en Suède, du Service de programmation de la politique scientifique (SPPS) en Belgique, et du STA au Japon. Dans ce dernier pays, le Fonds spécial pour les projets « multiministériels » (qui se montait au total à environ 1.3 milliard de yen en 1979) sert à financer les projets qui relèvent de plus de deux ministères, les projets de R-D communs à plusieurs ministères et des besoins imprévus nécessitant une intervention urgente (par exemple à la suite d'un tremblement de terre). Au Royaume-Uni, le Comité consultatif des conseils de recherche (ABRC) peut encourager la coopération et tenir compte, lorsqu'il émet des recommandations concernant l'allocation des ressources, des lacunes et des chevauchements entre conseils de recherche. Ce type de fonds peut s'avérer d'une grande utilité, surtout quand le financement de la R-D s'effectue principalement sur une base sectorielle.

24. *Biotechnology* (Rapport d'un Groupe de travail conjoint de l'ACARD, de l'ABRC et de la Royal Society, Londres, 1980). Un Livre Blanc sur la biotechnologie doit paraître prochainement ; il constituera la réponse du gouvernement britannique à ce rapport.

III. LES PRIORITÉS

1. *Priorités gouvernementales de R-D à la fin des années 70*

Le graphique 3 montre l'évolution de la répartition des dépenses gouvernementales de R-D entre 1975 et 1979 dans les pays pour lesquels on dispose de données. Une distinction a été établie entre les activités de R-D consacrées à la « défense », celles qui se rapportent à la « promotion des connaissances » et les « autres activités de R-D dans le domaine civil ». Par souci de clarté, on n'a pas ventilé les divers objectifs compris dans les « autres activités de R-D »²⁵. L'importance de la R-D consacrée à la défense ressort clairement dans le cas de quatre pays (Etats-Unis, Royaume-Uni, France, Suède) ; de fait, pour les pays de l'OCDE pris dans leur ensemble, la défense constitue le poste le plus important des dépenses de R-D puisqu'elle représente environ $\frac{1}{3}$ du volume total de ces dépenses. Toutefois, cette part a effectivement diminué entre 1975 et 1979, essentiellement en raison du fléchissement proportionnel qu'ont connu les dépenses américaines au cours de cette période, comme l'indique le graphique. (Cette tendance risque de s'inverser entre 1980 et 1981.) A l'inverse, on relève en France et au Royaume-Uni un poids croissant accordé à l'objectif « défense ».

La promotion des connaissances vient, pour l'ensemble des pays de l'OCDE, au deuxième rang des objectifs prioritaires de R-D. Dans un nombre important de pays, cet objectif représentait en 1975 plus de la moitié du volume total de la R-D publique ; mais en 1979, cette situation avait considérablement changé. On constatait une baisse radicale de la part de la R-D consacrée à la promotion des connaissances dans de nombreux pays (notamment en Belgique, en Finlande, et surtout en Italie, où une chute spectaculaire était enregistrée), baisse toutefois partiellement compensée par une augmentation au Canada et en Irlande.

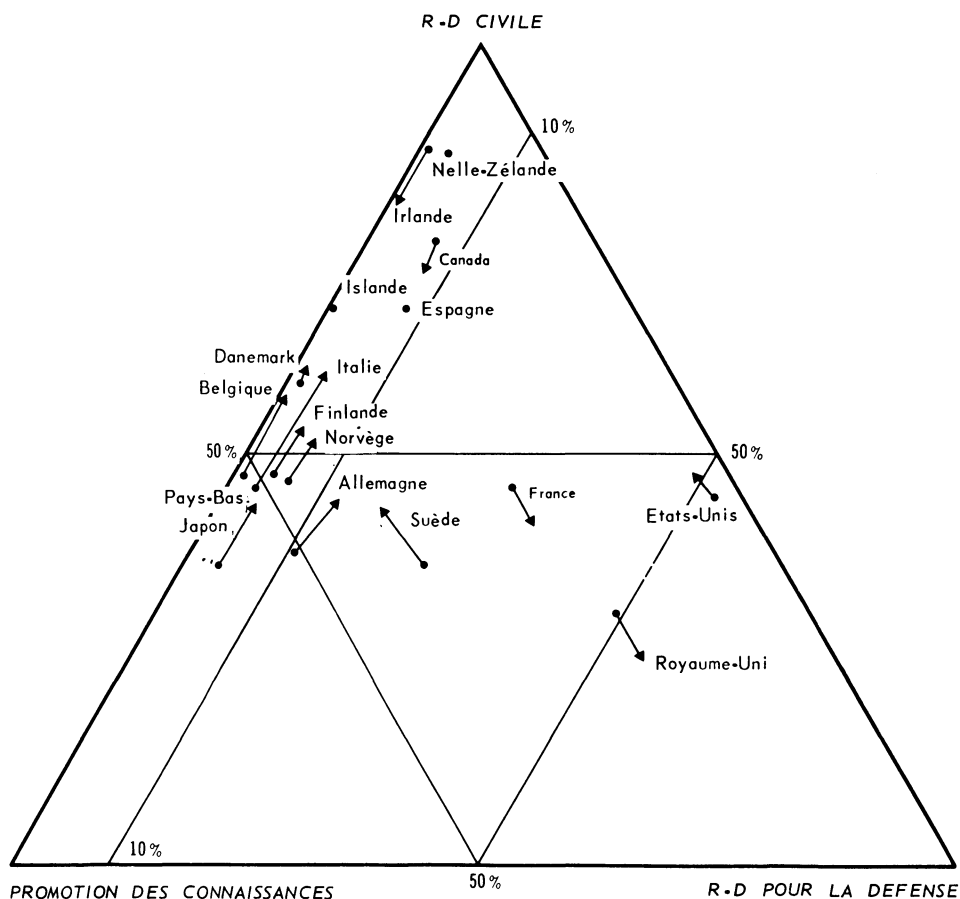
En ce qui concerne les objectifs axés sur l'industrie (croissance industrielle, production d'énergie) et l'espace civil, les orientations sont moins nettes. L'espace civil a connu un fléchissement significatif entre 1975 et 1979 dû, là encore, à une baisse des dépenses américaines (et à une baisse analogue en France et en Allemagne). L'objectif « croissance industrielle » a connu des fluctuations, et les réductions importantes observées dans ce secteur en Belgique, en France et au Royaume-Uni semblent compensées par une valorisation croissante de cet objectif en Finlande, en Allemagne, au Danemark et aux Pays-Bas. L'objectif « production d'énergie » bénéficie d'une progression constante, l'Italie et la Suède connaissant

25. D'après la classification par objectifs socio-économiques établie par l'OCDE : agriculture, pêche, alimentation ; croissance industrielle ; production d'énergie ; transports et télécommunications ; aménagement urbain et rural ; protection de l'environnement ; santé ; développement social et services sociaux ; milieu terrestre et atmosphère ; espace civil.

l'augmentation la plus rapide. La R-D énergétique représente actuellement plus de 10 % de l'ensemble des dépenses publiques de R-D en Belgique, au Canada, en Allemagne, au Japon, en Suède et aux Etats-Unis, et plus de 20 % en Italie.

On constate peu de changements en ce qui concerne les dépenses liées aux objectifs sociaux (aménagement urbain et rural, protection de l'environnement, santé, développement social et services sociaux), et l'importance croissante accordée à la santé et à la protection de l'environnement entre 1975 et 1978 semble avoir été suivie d'une période de stabilisation. La santé et la protection de l'environnement continuent toutefois de bénéficier d'une part croissante des ressources de R-D en Allemagne, en France, aux Etats-Unis et en Norvège. La part des dépenses

Graphique 3
 ORIENTATION DU FINANCEMENT PUBLIC DE R-D SELON
 LES TROIS GRANDS OBJECTIFS, EN 1975 (●) ET 1980 (▲)



La position de chaque pays est déterminée par l'intersection de trois lignes parallèles à chaque côté de ce triangle équilatéral. La parallèle au côté (a) détermine le pourcentage au point d'intersection avec le côté (b), la parallèle au côté (b) détermine le pourcentage au point d'intersection avec le côté (c) ; la parallèle au côté (c) détermine le pourcentage au point d'intersection avec le côté (a).

Source : Banque de données OCDE/UIST, tirage juillet 80.

publiques de R-D consacrées par la France aux objectifs sociaux reste cependant considérablement plus réduite que celle de nombre de pays plus petits de l'OCDE. Ainsi, alors que l'ensemble des quatre objectifs sociaux ne représente en France que 8.3 % des dépenses publiques (et 5.4 % seulement au Royaume-Uni), la part de ces mêmes objectifs dans les crédits publics de R-D était de 17.5 % au Canada, de 17.6 % en Suède, de 24.7 % au Danemark et de 24.8 % en Belgique.

Si elles fournissent une indication précieuse de l'évolution réelle de la R-D, ces statistiques des dépenses ne reflètent que partiellement les intentions et les choix de priorités des gouvernements. En premier lieu, ces données ne peuvent être considérées comme reflétant valablement la structure des priorités de recherche que dans le cas des pays où le budget de la science fait l'objet d'une planification centralisée. En second lieu, il arrive souvent que, dans le cadre des priorités, des fonds soient gardés en réserve pour des programmes de recherche qui ne seront jamais exécutés — malgré les vœux des organismes bailleurs de fonds — en raison, par exemple, du manque d'intérêt de la communauté scientifique ou du secteur industriel. En troisième lieu, ces données statistiques, dans lesquelles le chapitre de la « défense » (Etats-Unis, Royaume-Uni, France) ou celui de la « promotion des connaissances » (la plupart des autres pays) pèse d'un poids si lourd, peuvent en raison même de leur mode de présentation masquer des augmentations importantes de crédits consenties en faveur d'objectifs de moindre importance.

Bien des priorités actuellement définies par les gouvernements — ou déjà mises en œuvre — sont beaucoup plus spécifiques que les catégories générales retenues pour les besoins de l'analyse statistique comparative. La micro-électronique et ses applications, ainsi que l'information en général, sont deux exemples de domaines prioritaires très répandus qui n'apparaissent pas dans les statistiques globales.

Dans nombre de pays, les pouvoirs publics accordent aussi un rang de priorité élevé à une exploitation meilleure des sciences sociales, sans qu'on puisse pour autant constater une augmentation de l'ensemble des crédits affectés aux recherches en sciences sociales²⁶.

Les priorités de l'Etat en matière de R-D peuvent aussi s'exprimer de façon assez différente, sous forme d'un certain nombre d'objectifs bien distincts. Ainsi, le choix de la science et de la technologie de la mer comme priorité par le gouvernement australien (allant de pair avec la récente extension des zones nationales de pêche à 200 milles au large des côtes) se traduira par le développement de la recherche fondamentale dans le domaine de l'océanographie et par le financement d'études destinées à permettre une exploitation plus efficace des ressources en pétrole et en gaz ainsi que de la pêche. Là encore, ces données globales ne reflètent pas de façon adéquate les priorités retenues par chaque organisme de recherche, qui peut ne disposer que d'une marge de manœuvre réduite en raison d'engagements antérieurs ou d'une diminution des crédits, ou parce que les « priorités » ne doivent représenter qu'une part déterminée du budget.

Un grand nombre des priorités actuelles de la politique scientifique et technologique sont d'ordre structurel, et n'apparaissent donc pas dans les statistiques des dépenses de R-D. Un exemple caractéristique, et qui mérite une attention particulière parce qu'il prendra probablement une importance croissante, est celui de l'évolution de la science et de la technologie en liaison avec le développement

26. « Un secteur délaissé : la recherche en sciences sociales », dans *Assemblée nationale*, n° 1.976, Annexe n° 39 au Procès-verbal de la séance du 9 octobre 1980, Paris.

régional. (Cette préoccupation, en tant qu'objectif de la politique scientifique et technologique, est à distinguer des effets de la régionalisation sur les politiques scientifiques, bien qu'elle puisse naturellement être induite dans une certaine mesure par les transformations du cadre institutionnel.) La France, par exemple, s'est traditionnellement efforcée de prendre en compte les préoccupations régionales dans l'affectation des crédits de R-D, et cette option se voit confirmée et précisée dans le Rapport de la Commission de la recherche du VIII^e Plan. Cette Commission considère que la participation des organismes régionaux à la recherche constitue une stimulation utile pour la R-D en permettant de multiplier les sources de financement et les initiatives.

Cette question du développement régional revêt également une importance particulière en Italie. Dans ce pays, depuis plus de dix ans, un fonds a été créé pour les dépenses de R-D dans les secteurs qui jouent un rôle vital (irrigation, agriculture, sylviculture) pour le développement du Mezzogiorno. Cependant, étant donné la faiblesse du potentiel de recherche dans la région, les activités de R-D effectivement entreprises sur place restent en deçà du volume des crédits disponibles. Une loi a été élaborée en 1976, qui vise à remédier à certaines de ces difficultés. Tout en restant centrées sur les mêmes secteurs de la recherche appliquée, les nouvelles dispositions prévoient des mécanismes de financement destinés à surmonter ces barrières structurelles. Pour la période 1976-1980, des crédits d'un montant total de 380 milliards de lires ont été prévus, sous forme de contributions aux mises de fonds (jusqu'à 50 %) et de facilités de crédit (jusqu'à 40 %), pour l'implantation, l'extension et le développement de centres de R-D dans les domaines appropriés. En outre, lors des trois premières années de fonctionnement, ces établissements peuvent bénéficier de crédits couvrant jusqu'à 40 % de leurs frais de personnel. Le Conseil national de la recherche (CNR) s'est vu affecter des moyens importants — pour un montant global de 200 milliards de lires — mais en raison du retard dans le processus de ratification de la loi, la mise en œuvre du projet n'a débuté qu'en 1979.

La récession actuelle risque d'accentuer encore les disparités économiques régionales. Vraisemblablement, le souci d'articuler plus efficacement la politique de R-D avec la politique de développement régional représentera une préoccupation majeure, ce qui illustre assez bien le genre de « priorités structurelles » auxquelles les responsables des politiques scientifiques devront faire face.

Mises à part les priorités structurelles de ce type, il est frappant de constater à quel point la répartition des dépenses, les prévisions budgétaires et les plans font apparaître des constantes d'un pays à l'autre en matière de priorités nationales. La R-D énergétique est ainsi une priorité très nette pour la majorité des gouvernements, de même que la stimulation de l'innovation industrielle. Par opposition, les objectifs sociaux, qui suscitaient au milieu des années 70 une attention croissante, connaissent maintenant une certaine désaffection. (On relève toutefois quelques exceptions : ainsi la recherche sur la santé en Italie qui, dans le cadre d'un Plan national de la santé publique, bénéficie d'une promotion particulière.)

*
* *

Les pages qui suivent seront consacrées à l'analyse des tendances récentes de la R-D dans les domaines suivants : promotion de l'innovation industrielle, énergie, défense, protection de l'environnement (comme exemple de domaine non prioritaire), et enfin promotion des connaissances.

2. Innovation industrielle

Les gouvernements de l'OCDE ont été amenés à voir dans la stimulation de l'innovation industrielle un instrument capital pour relancer la croissance et susciter des créations d'emplois²⁷. L'idée que le progrès technologique peut jouer un rôle aussi crucial dans la conjoncture actuelle est désormais largement partagée par un certain nombre de pays soucieux de se doter de politiques économiques et industrielles globales²⁸.

Cette volonté des gouvernements de stimuler l'innovation industrielle intervient dans une période où le rythme de l'innovation connaît, semble-t-il, un certain fléchissement. Même si les activités de R-D du secteur des entreprises ne fournissent qu'un indice indirect de la cadence à laquelle l'innovation se poursuit, elles n'en donnent pas moins un aperçu chiffré de l'évolution récente. Le tableau 2 montre que tout au long des années 70 le volume de la R-D financée et mise en œuvre par le secteur industriel (exprimé en pourcentage du PNB) est resté au mieux stationnaire dans la majorité des pays de l'OCDE (à l'exception de l'Allemagne et de certains des petits pays industrialisés).

Tableau 2
Evolution des dépenses de R-D exécutées par le secteur des entreprises
et financées sur ses fonds propres exprimées en % du PIB

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Etats-Unis ¹	1.06	1.02	1.00	1.02	1.06	1.04	1.05	1.04	1.05
Japon	..	1.04	1.05	1.07	1.13	1.08	1.08	1.08	1.07
Allemagne	1.03 ²	1.12	..	1.01	..	1.10	..	1.12	..
France	0.68	0.68	0.67	0.66	0.67	0.69	0.72	0.71	..
Royaume-Uni	0.93 ²	..	0.79	..	..	0.80	..	..	0.90
Pays-Bas	1.07	1.07	1.08	0.97	1.01	1.02	0.98	0.92	..
Canada ¹	0.38	0.37	0.33	0.30	0.32	0.33	0.30	0.31	0.32
Italie	0.45	0.47	0.47	0.43	0.42	0.47	0.42	0.41	..
Suède	0.70 ²	0.82	..	0.86	..	0.98	..	1.10	..
Suisse	1.73	1.67	1.59	1.57	1.55	1.67	1.68	1.71	..
Belgique	..	..	..	0.70	..	..	..	..	..
Australie	..	..	..	..	..	..	0.23	..	..
Norvège	0.40	..	0.40	..	0.42	0.49	..	0.49	0.45
Espagne	0.09	0.12	0.12	0.15	0.17	..	..	..	..
Danemark	0.43	..	..	0.42	..	0.41	..	0.42	..
Finlande	0.32	0.43	..	0.42	..	0.44	..	0.49	..
Nouvelle-Zélande	..	..	0.13	..	..	0.15	0.12	0.11	..
Irlande	..	0.29	..	..	0.23	0.23	..	0.22	..
Portugal	..	0.09	0.09	..	..	..	0.05	..	0.04
Islande	0.01	..	..	0.02	..	0.03	..	0.03	..

1. Données postérieures à 1978 : Etats-Unis 1979 (1.08), 1980 (1.10), Danemark 1979 (0.45).

2. 1969.

Source : Banque de données OCDE/UIST (fin 1980).

27. Voir *Le changement technique et l'économie*, OCDE, Paris, 1980.

28. Cf. « L'innovation technique et l'économie », pp. 63 à 92 du présent volume.

Le tableau 3 fait apparaître l'évolution des dépenses publiques de R-D consacrées à la croissance industrielle. En Allemagne, là encore, on constate une augmentation rapide du financement public, et on relève également une tendance au maintien et à la croissance au Danemark, en Finlande et aux Pays-Bas. Dans d'autres pays au contraire (Belgique, Suède, Royaume-Uni, notamment), la part des crédits publics de R-D affectés à la croissance industrielle a commencé à décroître.

Tableau 3
**Financement public de la R-D consacrée à l'objectif
 « Promotion du développement industriel »¹**
 Millions de \$ E-U, aux prix et taux de change de 1975²

(Les pays sont classés par groupe et par ordre d'importance décroissante de leurs dépenses de R-D en 1980 ou année la plus proche)

	1975	1978	1979	Prévisions 1980
Allemagne	381	382	507	564
France	563	416	437	404
Royaume-Uni	298	178	114	118
Japon	173	151 ³	n.d.	n.d.
Etats-Unis	65	63	69	74
Australie	176 ³	220 ³	n.d.	n.d.
Canada	135	125	125	n.d.
Italie	72	68	81	103
Belgique	60	58	64	69
Suède	30	48	47	65
Pays-Bas	36	44	48	56
Suisse ⁴	3	4	n.d.	n.d.
Norvège	n.d.	38	42	42
Finlande	22	27	29	n.d.
Espagne	26 ⁵	n.d.	n.d.	n.d.
Danemark ⁵	19	24	25	22
Nouvelle-Zélande	6	9	12	n.d.
Irlande	8	8	n.d.	n.d.
Portugal	3 ³	n.d.	n.d.	n.d.

1. *Promotion du développement industriel* : Comprend les programmes de R-D dont le but principal est de promouvoir le développement de l'industrie en général. Ne comprend pas la R-D exécutée par des entreprises largement financées sur fonds publics qui visent la promotion d'autres objectifs, par exemple dans le cadre de programmes spatiaux, militaires, de transport et de télécommunications, bien que ces derniers aient manifestement un effet secondaire important sur le développement des industries concernées.

2. C'est l'indice de prix implicite du PIB qui est généralement utilisé pour déflater, sauf dans certains pays où il s'agit de taux d'inflation prévus, calculés par ces pays lors de la préparation de leur budget annuel.

3. Japon : au lieu de 1978, lire 1976/77 ; Australie : au lieu de 1975, lire 1976/77 et au lieu de 1978, lire 1978/79 ; Espagne et Portugal : au lieu de 1975, lire 1976.

4. A l'exclusion des dépenses cantonales.

5. Dépenses courantes seulement.

Source : Banque de données OCDE/UIST (fin 1980), sauf Australie (données fournies par les autorités nationales).

C'est sur cet arrière-plan de dégradation apparente qu'interviennent les initiatives actuelles des gouvernements. Il va de soi que les mesures proposées diffèrent d'un pays à l'autre en fonction des rapports qui existent entre l'Etat et le secteur privé. Ces rapports sont plus étroits, plus directs, dans certains pays que

dans d'autres. Aux Etats-Unis, par exemple, l'apport de fonds publics à la R-D industrielle exécutée en fonction du marché est négligeable. Dans plusieurs pays, des principes profondément enracinés limitent depuis longtemps le rôle que les pouvoirs publics pourraient jouer, par la prise de mesures financières, dans la création, dans l'industrie, d'un climat favorable à l'innovation. Il est cependant évident qu'on s'interroge actuellement sur l'équilibre « judicieux » à établir entre les mesures d'aide directe (telles que l'encouragement de certains secteurs au moyen de subsides accordés à des projets industriels particuliers) et indirecte (par exemple, des allègements d'impôt au titre des investissements consentis dans la R-D).

Les conceptions actuelles s'orientent dans le sens d'une politique de l'innovation associant des mesures de politique scientifique et technologique (y compris une vaste mobilisation de la communauté scientifique) et une politique industrielle sélective, axée sur certains secteurs particulièrement riches de possibilités. Les mesures fiscales ont incontestablement un rôle à jouer dans cette perspective, notamment peut-être en faveur des petites entreprises²⁹. C'est là un problème politique d'importance majeure.

Aux Etats-Unis, un Bilan de la politique intérieure en matière d'innovation industrielle, établi à la demande du Président Carter en 1978, et qui a débouché sur le Message présidentiel d'octobre 1979, s'articule autour de neuf propositions. Ce Bilan ne met nullement l'accent sur la nécessité d'une injection massive de crédits fédéraux dans la R-D industrielle : au contraire, les propositions formulées ne devraient avoir qu'un impact budgétaire limité. Il s'agit avant tout de développer la capacité d'innovation des entreprises en supprimant certains des obstacles actuels et en introduisant divers stimulants. Les mesures proposées comprennent la réforme du système des brevets ; la simplification de la législation anti-trust ; le recours aux commandes fédérales pour stimuler l'innovation en supprimant les barrières qui entravent l'achat par le gouvernement fédéral de produits innovants ; la réduction de l'impact « non prévu » des réglementations relatives à la protection de la santé et de l'environnement ; enfin, l'amélioration de la circulation de l'information technique émanant des organismes de recherche fédéraux et universitaires vers le secteur industriel. Des mesures spéciales d'aide aux petites entreprises sont proposées, notamment par le renforcement du Programme de recherche sur l'innovation dans les petites entreprises patronné par la NSF, et par la création de deux Corporations pour le développement de l'innovation qui financeraient les projets demandant des mises de fonds à haut risque.

Contrastant avec cette approche, les initiatives proposées ou mises en œuvre dans plusieurs autres pays reposent avant tout sur des investissements publics importants (essentiellement sous forme de subventions directes à la R-D industrielle) et sur une stratégie industrielle sélective. A la différence des Etats-Unis, la majorité des petits pays de l'OCDE risquent de devoir se spécialiser de façon toujours plus poussée dans certains secteurs à haut contenu technologique qui, en raison de leur qualité et de leur nature spéciale, peuvent supporter des charges salariales élevées.

Telle est la conception du gouvernement néerlandais, comme il ressort d'un récent Livre Blanc sur l'innovation et de la structure du Budget de la science pour

29. On possède peu d'éléments sur l'utilité effective des mesures de soutien indirect à la R-D industrielle. Au Canada, l'ampleur de cette aide se chiffre à environ 30 millions de dollars (aux termes de l'Industrial Research and Development Incentives Act) ; en Suède, les coûts de la taxation préférentielle sont évalués à 394 millions de couronnes (1978) ; en Allemagne, la part des mesures de soutien indirect est estimée à 18 % environ du total des dépenses publiques consenties en faveur de la R-D industrielle en 1979, et à 21 % en 1980.

1980. Les propositions spécifiques formulées dans le cadre du Livre Blanc se rangent sous quatre rubriques :

- a) amélioration des possibilités d'innovation dans l'industrie proprement dite ;
- b) réorientation du système national de R-D afin de mieux l'adapter aux exigences nouvelles ;
- c) amélioration des services consultatifs et d'information, spécialement à l'usage des petites et moyennes entreprises ;
- d) augmentation de la capacité d'innovation dans les secteurs où le gouvernement joue un rôle prépondérant par le biais des commandes publiques, des réglementations, etc.

Sous la rubrique a), deux initiatives essentielles sont proposées. La première est un système de réduction des coûts destiné à fournir des subventions pour les activités de Recherche et de Développement, en particulier dans les petites et moyennes entreprises. Des subventions seront disponibles pour couvrir les dépenses de personnel de R-D, les coûts de la R-D effectuée sur une base contractuelle, et (éventuellement) les coûts d'acquisition de licences et de brevets. La deuxième initiative consiste en un système de réduction des risques destiné à « assurer » les entreprises contre les risques inhérents à l'activité de R-D. A l'inverse du premier système, celui-ci se limitera à des projets spécifiques.

Le volume des fonds affectés aux programmes d'innovation est important : il doit passer de 368 millions de florins en 1980 à 420 millions en 1984. Ainsi, alors que la R-D axée sur la croissance industrielle ne représentait que 4.9 % du total des dépenses publiques de R-D en 1978, et 5.2 % en 1979, ce pourcentage doit passer à 15.2 en 1980 et tomber ensuite graduellement à 14.5 % d'ici à 1984 (d'après les prévisions du Budget de la science de 1980). En Finlande, en France et en Italie également, il est prévu d'accroître considérablement l'aide publique à l'innovation technique.

Par ailleurs, on voit de plus en plus apparaître l'idée que la politique d'aide à l'innovation, tout comme la politique industrielle, doit intégrer la dimension régionale. En 1978, le gouvernement suédois a remplacé le Fonds national de développement industriel par des organismes de financement régionaux. En France, l'idée de la « régionalisation de la technologie » commence à prendre corps, et un certain nombre de mesures pratiques ont été adoptées, notamment la régionalisation de l'Agence nationale pour la valorisation de la recherche (ANVAR) et la mise en place d'un réseau de comités scientifiques et techniques régionaux.

Il apparaît clairement que pour de nombreux pays élaborant actuellement des politiques d'incitation à l'innovation dans l'industrie, l'aide directe à la R-D industrielle constitue l'un des éléments, mais non le seul, des stratégies mises en œuvre. L'aide aux petites entreprises, les mesures de développement régional, l'aide indirecte sous forme d'allègements fiscaux (notamment en Suède) jouent également un rôle important. De fait, il est désormais évident que l'augmentation des crédits affectés à la R-D industrielle constitue la condition nécessaire, mais non suffisante, d'un renforcement de l'innovation. En effet, il y a toujours le risque que l'octroi de subventions publiques importantes aboutisse au lancement de projets industriels n'ayant pu auparavant trouver de financement sur le marché simplement parce qu'ils ont peu de chances d'aboutir. L'efficacité des systèmes d'aide directe à la R-D suppose au moins un choix très attentif des secteurs à subventionner et une réelle connaissance des mécanismes commerciaux de mobilisation de capital à risque élevé dans le pays concerné.

De fait, la plupart des pays Membres recourant actuellement à de nouvelles mesures d'incitation se sont efforcés de définir des secteurs d'innovation prioritaires. Ce qui est frappant — et à coup sûr ce phénomène mérite réflexion — c'est que les secteurs prioritaires retenus dans de nombreux pays sont les mêmes (microprocesseurs, biotechnologie, technologies de la mer, etc.).

3. R-D énergétique

Il ressort du tableau 4 que l'aide publique à la R-D énergétique connaît une expansion rapide dans pratiquement tous les pays de l'OCDE. Ce secteur constitue indéniablement, avec celui de l'innovation industrielle, l'une des priorités les plus largement partagées. Par ailleurs, il est clair — et c'est la même constatation que dans le cas de la stimulation de l'innovation — qu'on ne peut guère développer une politique de R-D cohérente et planifiée dans ce domaine en l'absence d'une

Tableau 4
Financement public de la R-D consacrée à l'objectif
« Production et utilisation rationnelle de l'énergie »¹
 Millions de \$ E-U, aux prix et taux de change de 1975²

(Les pays sont classés par groupe et par ordre d'importance décroissante de leurs dépenses de R-D en 1980 ou année la plus proche)

	1975	1978	1979	Prévisions 1980
Etats-Unis	1 363	2 567	2 610	2 593
Allemagne	546	718	761	794
Japon	303	421	512	n.d.
France	339	318	331	342
Royaume-Uni	188	204	190	204
Italie	122	155	221	249
Suède	41	78	90	87
Belgique	59	39	49	49
Canada	65	80	85	n.d.
Pays-Bas	19	40	40	42
Australie	19 ³	29 ³	n.d.	n.d.
Suisse ⁴	17	18	n.d.	n.d.
Espagne	30 ³	n.d.	n.d.	n.d.
Norvège	n.d.	10	14	14
Danemark ⁵	8	17	18	13
Finlande	4	6	7	n.d.
Nouvelle-Zélande	0.6	5	7	n.d.
Irlande	0.2	0.6	n.d.	n.d.
Portugal	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

1. *Production et utilisation rationnelle de l'énergie*: Ensemble des activités de R-D destinées à la fourniture, la production, la conservation et la distribution de toutes les formes d'énergie, à l'exception des recherches sur la propulsion des véhicules et missiles.

2. C'est l'indice de prix implicite du PIB qui est généralement utilisé pour déflater, sauf dans certains pays où il s'agit de taux d'inflation prévus, calculés par ces pays lors de la préparation de leur budget annuel.

3. Au lieu de 1975, lire 1976/77 pour l'Australie et 1976 pour l'Espagne; au lieu de 1978, lire 1978/79 pour l'Australie.

4. A l'exclusion des dépenses cantonales.

5. Dépenses courantes seulement.

Source: Banque de données OCDE/UIST (fin 1980), sauf: Australie (données fournies par autorités nationales) et Japon (données nationales citées dans *La recherche scientifique et technique au Japon*, La Documentation française, Paris, 27 avril 1979).

politique énergétique globale. Or, comme il ressort des débats intervenus récemment dans de nombreux pays, l'inquiétude générale quant à l'importance dévolue au nucléaire dans les programmes énergétiques vient compliquer encore la tâche de ceux qui s'efforcent d'élaborer une stratégie d'ensemble en ce domaine.

Les politiques de R-D énergétique varient bien entendu considérablement selon que les pays consentent ou non un effort important en faveur du nucléaire. De manière générale cependant, elles sont caractérisées par les tendances suivantes :

- i) maintien à un niveau plus ou moins constant (ou légèrement en déclin) des programmes de R-D nucléaire dans les pays réalisant de tels programmes (voir tableau 7), avec toutefois une importance plus grande accordée maintenant aux exigences de sécurité ;
- ii) croissance rapide de la R-D liée à l'exploitation plus efficace des réserves de combustibles fossiles (charbon, pétrole, gaz) dans les pays disposant de ces ressources (Allemagne, Royaume-Uni, par exemple : voir tableau 7) ;
- iii) croissance rapide de la R-D liée aux sources d'énergie non traditionnelles (énergie solaire, géothermique, etc.) et à la conservation de l'énergie, bien qu'en valeur absolue les dépenses consacrées à ce domaine restent faibles ;
- iv) souci de coordonner des programmes qui, dans de nombreux pays, restent encore très dispersés.

La part de la R-D énergétique consacrée au nucléaire reste très élevée dans les pays qui possèdent un programme nucléaire, en particulier dans ceux qui n'ont pas de ressources de combustibles fossiles. C'est le cas du Japon, où la R-D nucléaire compte pour environ 87 % (1979) dans le financement total par l'Etat de la recherche énergétique — part qui ne cesse cependant de diminuer dans le volume total de la R-D publique. Aux Etats-Unis, au contraire, le Budget présidentiel de 1981 fait apparaître une réduction importante dans le programme de R-D consacrée à la fission nucléaire par rapport à 1980 (avec toutefois une augmentation des crédits prévus pour la recherche sur le traitement des déchets nucléaires). En revanche, le volume des fonds affectés à la R-D non nucléaire est plus important qu'en 1980.

La plupart des pays qui possèdent d'importantes réserves de combustibles fossiles consacrent des sommes de plus en plus élevées à la R-D centrée sur l'exploitation rentable et efficace de ces ressources. En Norvège, le programme de R-D lié à la découverte des gisements pétroliers « offshore » connaît actuellement une expansion rapide, ce pays s'efforçant notamment de développer le principe des « actions en coopération » avec des entreprises étrangères. Du reste, l'ampleur du programme de R-D envisagé dans ce secteur est telle que l'équilibre d'ensemble de l'effort national de R-D risque d'en être affecté. Il n'est d'autre part pas certain que le pays dispose d'une main-d'œuvre suffisante pour entreprendre la totalité des activités de recherche prévues, ce qui l'obligera sans doute à faire appel à des chercheurs étrangers. Il faut souligner que les autorités norvégiennes conçoivent leurs besoins en ce domaine dans une perspective très large puisqu'elles considèrent comme prioritaires non seulement les aspects techniques du forage et de l'extraction pétrolière en haute mer, mais aussi les répercussions sociales qu'entraînera pour la Norvège (dans les collectivités locales, pour son mode de vie) le développement de l'économie pétrolière.

Les pays qui disposent de réserves de charbon accordent presque tous à ce combustible une place importante dans leurs plans énergétiques à moyen terme. L'augmentation considérable des crédits affectés à la R-D dans le domaine du charbon en Allemagne, au Danemark (qui dispose d'importantes réserves de

Tableau 5
Objectifs en matière d'énergie des dépenses publiques de R-D pour quelques pays
 (% du total)

Objectif	Belgique					France					Allemagne					Italie					Royaume-Uni			
	1975	1976	1977	1978	1979	1975	1976	1977	1978	1979	1975	1976	1977	1978	1979	1975	1976	1977	1978	1979	1975	1976	1977	1978
Matières premières énergétiques et produits associés	14.0	12.8	n.d.	54.1	41.1	22.3	22.4	19.2	20.9	26.3	23.3	21.5	18.9	21.0	22.7	27.9	28.2	19.0	20.1	18.9	13.4	17.7	12.7	17.9
<i>dont :</i>																								
Combustibles fossiles solides et dérivés	(0.8)	(0.5)	n.d.	(4.4)	(10.3)	(0.0)	(0.0)	(0.2)	(0.6)	(2.5)	(5.6)	(6.0)	(7.0)	(11.3)	(12.2)	(0.0)	n.d.	n.d.	(0.4)	(2.7)	(4.0)	(4.8)	(7.3)	(9.4)
Combustibles nucléaires	(13.2)	(12.3)	n.d.	(47.5)	(30.8)	(22.3)	(22.4)	(18.9)	(20.3)	(23.8)	(17.7)	(15.5)	(11.9)	(9.7)	(10.5)	(22.5)	(23.7)	(17.7)	(17.0)	(16.2)	(9.1)	(12.8)	(5.4)	(8.4)
Conversion des matières premières énergétiques	12.4	8.9	n.d.	11.5	42.2	70.0	67.1	70.3	66.7	68.6	72.35	73.8	73.3	65.2	63.4	52.9	62.6	65.7	64.7	69.8	85.4	81.2	85.8	80.3
<i>dont :</i>																								
Fission nucléaire	n.d.	n.d.	n.d.	(7.1)	(39.6)	(66.1)	(61.3)	(63.4)	(58.2)	(68.6)	(67.9)	(69.3)	(69.0)	(60.7)	(58.7)	(43.3)	(52.6)	(59.9)	(55.4)	(61.3)	(79.4)	(75.2)	(77.0)	(67.9)
Production, stockage, transport et distribution du gaz, de l'électricité, de la vapeur et de l'eau chaude	52.0	48.7	n.d.	3.1	2.1	3.0	4.7	6.2	6.2	2.2	4.3	4.7	4.6	5.5	7.1	1.0	0.0	0.7	0.7	0.5	0.9	0.3	0.4	0.8
Economie d'énergie	0.0	n.d.	n.d.	10.3	6.2	1.1	1.3	2.3	2.9	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	2.1	3.0	2.3	0.3	0.3	0.9	0.9
Autres (y compris recherches à caractère général)	21.6	29.5	n.d.	20.9	8.4	3.6	4.6	1.9	3.3	1.9	0.0	0.0	3.2	8.2	6.8	18.2	8.9	12.5	11.5	8.4	0.1	0.6	0.1	0.1

Sources : Pour Belgique, France, Allemagne et Italie : *Le financement public de la Recherche et du Développement*, Eurostat, Office des publications officielles des Communautés européennes. Il faut noter que ces données diffèrent de celles publiées dans *Energy Research, Development and Demonstration in the IEA Countries*, OCDE, Paris, 1980 (texte français : à paraître), dans la mesure où ces dernières incluent les dépenses relatives à la « démonstration » mais excluent les contributions aux programmes de la CEE. Pour le Royaume-Uni : tableau 4 de « Research and Experimental Development, 1978 », *Economic Trends*, No. 321, HMSO, juillet 1980.

Note : Les données entre parenthèses sont les composantes des données non entre parenthèses qui sont des sous-agrégats.

charbon et d'uranium au Groenland) et aux Pays-Bas porte essentiellement sur l'amélioration des procédés d'extraction et sur une utilisation plus efficace ; les Etats-Unis, pour leur part, mettent l'accent sur la production de combustibles synthétiques.

Tous les pays n'ont pas la chance de posséder des réserves de charbon, de pétrole ou de gaz, et l'on commence un peu partout à s'intéresser aux autres richesses naturelles telles que l'eau ou l'énergie géothermique (Islande) ou le bois (Finlande), ainsi qu'aux sources d'énergie dites « de substitution » : énergie solaire, marémotrice, éolienne. Les mesures de conservation de l'énergie suscitent également un intérêt croissant à partir de l'évaluation des économies susceptibles de résulter de son utilisation plus efficace. Ainsi, au Royaume-Uni, le ministère de l'Energie a estimé à environ 30 % de la consommation actuelle le potentiel d'économie d'énergie dans l'industrie.

La R-D énergétique représente un objectif particulièrement important au Japon, comme le montre le développement du programme nucléaire. Des recherches sur les autres sources d'énergie sont également en cours et l'ensemble des activités reflète les options définies dans le cadre du « Programme de base pour la R-D énergétique » élaboré en 1977 à la demande du Premier ministre. Le Japon a lancé d'importants programmes concernant les énergies de « substitution » et la conservation de l'énergie, tels que le projet « Plein soleil » et le projet « Clair de lune » sous les auspices du MITI. Le projet « Plein soleil », entrepris en 1974, doit se poursuivre jusqu'en l'an 2000. Il comprend quatre sous-programmes : en 1979, les dépenses consacrées à des travaux sur l'énergie solaire, l'énergie géothermique, la gazéification du charbon, la production et le stockage d'hydrogène et d'autres sources nouvelles se sont chiffrées à 12 milliards de yen. Le projet « Clair de lune » a démarré en 1978 ; il est axé sur la conservation de l'énergie, l'utilisation des déchets thermiques et les systèmes énergétiques hautement performants (systèmes magnéto-hydro-dynamiques, par exemple). Ce projet représente environ 2 % des dépenses publiques de R-D énergétique. Une Autorité pour le développement des énergies nouvelles a été instituée ; elle aura pour fonction de planifier et d'assurer les besoins énergétiques du pays à moyen et à long terme.

Les Pays-Bas accordent une importance encore plus grande aux mesures de conservation de l'énergie puisque la recherche dans ce domaine absorbe jusqu'à 18 % des fonds publics affectés à la R-D énergétique.

Dans une perspective à long terme, les possibilités offertes par la fusion nucléaire restent incertaines, mais la recherche en ce domaine connaît actuellement une progression rapide aux Etats-Unis, au Japon et dans les pays membres des Communautés européennes.

La R-D énergétique pose de sérieux problèmes de coordination dans de nombreux pays. C'est là un domaine dans lequel, en général, des programmes pertinents ont été élaborés sous les auspices d'organismes les plus divers : ministères de l'Industrie (dont beaucoup ont donné par la suite naissance à des ministères distincts de l'Energie), agences nucléaires, entreprises du secteur des combustibles, conseils de recherche, etc. Mais, progressivement, est apparue la nécessité de mettre en place une coordination des programmes de R-D reflétant les priorités d'un plan énergétique d'ensemble.

4. *R-D consacrée à la défense*

Le tableau 6 rend compte des dépenses publiques de R-D en matière de défense pendant les dernières années 70 dans les pays pour lesquels des données sont disponibles. Pour la majorité des pays de l'OCDE, la défense ne constitue

Tableau 6

Financement public de la R-D consacrée à l'objectif « défense »¹Millions de \$ E-U, aux prix et taux de change 1975²

(Les pays sont classés par groupe et par ordre d'importance décroissante de leurs dépenses de R-D en 1980 ou année la plus proche)

	1975	1978	1979	Prévisions 1980
Etats-Unis	9 679	10 564	10 400	10 302
France	1 178	1 333	1 506	1 640
Royaume-Uni	1 397	1 627	1 501	1 555
Allemagne	571	632	649	582
Japon	57	65 ³	n.d.	n.d.
Suède	183	184	156	133
Australie	92 ³	108 ³	n.d.	n.d.
Canada	59	61	63	n.d.
Italie	23	35	27	42
Pays-Bas	27	28	28	31
Suisse	26	31	n.d.	n.d.
Belgique	3	1	2	2
Norvège	n.d.	15	14	15
Finlande	5	5	5	n.d.
Danemark ⁴	1	1	1	1
Nouvelle-Zélande	1	2	2	n.d.
Irlande	—	—	—	—
Espagne	12 ³	n.d.	n.d.	n.d.
Portugal	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

1. *Défense* : Inclut tous les programmes de R-D entrepris principalement dans un but militaire, quel qu'en soit le contenu et qu'ils aient ou non des applications secondaires civiles. Les recherches spatiales et nucléaires entreprises à des fins de défense y sont incluses. En est exclue la R-D à finalités civiles financée par le ministère de la Défense, par exemple la météorologie ou les télécommunications.

2. C'est l'indice de prix implicite du PIB qui est généralement utilisé pour déflater, sauf dans certains pays où il s'agit de taux d'inflation prévus, calculés par ces pays lors de la préparation de leur budget annuel.

3. Japon : au lieu de 1978, lire 1977/78 ; Australie : au lieu de 1975, lire 1976/77 et au lieu de 1978, lire 1978/79 ; Espagne : au lieu de 1975, lire 1976.

4. Dépenses courantes seulement.

Source : Banque de données OCDE/UIST (fin 1980), sauf Australie (données fournies par les autorités nationales).

pas un poste prioritaire. Comme le montrait le graphique 3, les pays qui dépensent proportionnellement le plus dans ce domaine sont les Etats-Unis, le Royaume-Uni, la France et la Suède, bien que dans ce dernier pays, et comme le montre le tableau 6, on décèle une tendance à la diminution. Cette tendance s'est poursuivie au cours de l'année 1980 et elle s'explique en partie par les réductions de crédits affectés au développement de l'aviation militaire.

Au Royaume-Uni, pays qui occupe le second rang pour les dépenses de R-D en matière de défense, l'intention actuelle du gouvernement est d'accroître les dépenses générales de défense et, à la lumière des conclusions du récent Livre Blanc sur la défense, de faire en sorte que le budget de la R-D en matière de défense augmente dans les deux ou trois années à venir.

En France, la R-D consacrée à la défense a connu une progression de 20 % par an depuis 1977 (ou de 12 % environ en termes réels). Les dépenses ont été de 11.25 milliards de francs en 1980, et la politique actuelle du gouvernement prévoit qu'elles atteignent 16.5 milliards de francs en 1985. Dans la liste des priorités françaises, la R-D en matière de défense occupe la deuxième place, immédiatement après la promotion du développement industriel.

Tableau 7

États-Unis

**Crédits de recherche, développement, essais et évaluation (RDT&E)
du Département de la Défense pour les principaux « domaines de mission »**

Autorisations budgétaires en millions de \$ E-U

	1979 (dépenses)	1980 (dépenses estimées)	1981 (prévision)	1982 (prévision)
Programmes scientifiques et technologiques (Maintien du niveau de base de la capacité technologique)	2 535	2 899	3 336	3 829
Armements stratégiques	2 143	2 200	3 375	4 059
Armements tactiques	5 093	5 259	5 863	6 005
Commande, contrôle, communications et renseignement pour la défense	759	1 129	1 466	1 778
Gestion et infrastructure	1 854	2 030	2 447	2 754
Total	12 383	13 517	16 485	18 526

Source : AAAS Report, American Association for the Advancement of Science, tableau A7.

Aux États-Unis, les recommandations budgétaires du Président pour 1981 comprennent une expansion des programmes de R-D pour la défense qui sera l'une des plus fortes de ces dernières années, puisqu'elle représente un accroissement de 21 % par rapport à 1980, et cette mesure a été maintenue en dépit des révisions budgétaires effectuées par la suite pour lutter contre l'inflation³⁰. Dans le domaine de la défense, les crédits alloués au programme de recherche, de mise au point, d'essais et d'évaluation du ministère fédéral de la Défense (DOD) ont été augmentés de 22 %. Ce programme absorbe à peu près 90 % des dépenses consenties pour les travaux de R-D destinés à la défense, le reste étant imputable aux activités du ministère fédéral de l'Énergie dans le domaine de la défense nucléaire. Les propositions budgétaires par « domaine de mission » du ministère fédéral de l'Énergie sont présentées dans le tableau 7. D'après la déclaration faite au Congrès par le sous-secrétaire à la Défense pour les questions de recherche et de technologie, les objectifs suivants ont été assignés à « la stratégie d'investissement » :

- i) maintenir le potentiel de dissuasion nucléaire,
- ii) accroître l'efficacité des missiles anti-char,
- iii) améliorer les conditions nécessaires à un déploiement rapide des forces,
- iv) conserver une supériorité tactique dans l'espace aérien, et
- v) conserver une supériorité dans le domaine naval³¹.

30. Si l'on en juge d'après les estimations de l'inflation pour 1981 faites à l'automne 1980, l'accroissement des crédits de recherche pour la défense serait de l'ordre de 10 % en valeur réelle.

31. Déclaration faite au Congrès en février 1980 par W.J. Perry, sous-secrétaire à la Défense pour les questions de recherche et de technologie, citée dans W. Shapley, A. Teich, G. Breslow, et C.V. Kidd, *Research and Development—AAAS Report V*, American Association for the Advancement of Science, Washington, D.C., 1980.

Dans l'ensemble, d'après les prévisions budgétaires révisées, les travaux de R-D relatifs à la défense entreraient en 1981 pour 51 % dans l'ensemble des activités de R-D du gouvernement fédéral, contre 47 % en 1980.

5. R-D consacrée à la protection de l'environnement

En matière de financement public de la R-D, la protection de l'environnement ne constitue pas un objectif prioritaire. Les récents documents budgétaires et déclarations officielles ne témoignent pas d'un souci grandissant de mobiliser la R-D au bénéfice de la protection de l'environnement. Ils semblent témoigner, au contraire, d'une attention moindre. Cependant, le tableau 8 montre que les dépenses en termes réels sont en hausse dans certains pays (Allemagne, Italie, Etats-Unis, notamment), et qu'elles se stabilisent ailleurs (Belgique, Finlande, Royaume-Uni). Il faut cependant tenir compte du fait que le tableau 8 ne traduit pas le volume réel de la recherche liée à l'environnement puisque les données ne comprennent pas les recherches industrielles sur les technologies non polluantes.

Dans de nombreux pays de l'OCDE, le recours massif à l'énergie nucléaire, l'emploi de produits chimiques persistants dans l'agriculture, la pollution de l'air

Tableau 8
Financement public de la R-D consacrée à l'objectif
« Protection de l'environnement »¹
Millions de \$ E-U, aux prix et taux de change 1975²

	1975	1978	1979	Prévisions 1980
Etats-Unis	136	204	213	232
Allemagne	52	86	115	n.d.
France	33	43	49	50
Japon	40	47 ³	n.d.	n.d.
Royaume-Uni	16	29	28	27
Australie	15 ³	27 ³	n.d.	n.d.
Italie	4	8	10	n.d.
Suède	10	15	14	15
Canada	11	14	11	n.d.
Belgique	8	n.d.	12	12
Suisse ⁴	5	7	n.d.	n.d.
Pays-Bas	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Norvège	n.d.	8	10	10
Danemark ⁵	5	4	4	4
Finlande	2	2	1	n.d.
Irlande	1	n.d.	n.d.	n.d.
Portugal	1 ³	n.d.	n.d.	n.d.
Nouvelle-Zélande	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

1. *Protection de l'environnement*: Comprend la R-D destinée à préserver l'environnement physique de la destruction. Comprend l'ensemble des recherches relatives à la pollution : étude des origines et causes, de la diffusion et de la transformation, des effets sur l'homme et le milieu. Exclut les recherches sur les techniques non polluantes qui sont classées avec les activités pouvant être polluantes dans les chapitres correspondants.

2. C'est l'indice de prix implicite du PIB qui est généralement utilisé pour déflater, sauf dans certains pays où il s'agit de taux d'inflation prévus, calculés par les pays lors de la préparation de leur budget annuel.

3. Japon : au lieu de 1978, lire 1977/78 ; Australie : au lieu de 1975, lire 1976/77 et au lieu de 1978, lire 1978/79 ; Portugal : au lieu de 1975, lire 1976.

4. A l'exclusion des dépenses cantonales.

5. Dépenses courantes seulement.

Source : Banque de données OCDE/UIST (fin 1980), sauf Australie (données fournies par autorités nationales).

et de l'eau, la dégradation de l'environnement dans la plupart des grandes villes sont autant de réalités qui suscitent désormais des inquiétudes sérieuses et largement fondées. Ces inquiétudes se sont parfois traduites sous une forme politique et, dans certains cas, elles ont été partagées par des secteurs suffisamment larges de la population pour contraindre les gouvernements à renoncer à leur programme nucléaire. Cette mobilisation populaire a également eu pour résultat l'institution, dans plusieurs pays, de réglementations destinées à protéger l'environnement naturel contre certaines des conséquences néfastes de l'activité industrielle. On en est venu à considérer que l'air et l'eau propres, le paysage non pollué, avaient une valeur économique réelle, et qu'il était légitime de faire payer au pollueur le prix de la « consommation » de ces biens (c'est-à-dire de leur pollution). Les industriels estiment quant à eux qu'ils doivent maintenant se soumettre à un véritable arsenal de réglementations tout aussi pesantes, bien souvent, par la lourdeur bureaucratique et le manque de coordination qui les caractérisent que par les normes contraignantes qu'elles s'efforcent d'imposer. Dans un certain nombre de secteurs (fabrication automobile, production chimique, industries extractives), les industriels affirment que les contraintes entraînées par ces réglementations sont un obstacle sérieux à l'innovation puisqu'elles réduisent la rentabilité et augmentent les coûts de la mise au point de nouveaux produits. A mesure que l'on prend mieux conscience de l'ampleur des coûts qu'impliquent (pour l'industrie) des mesures, même restreintes, de protection de l'environnement, l'idée que ces exigences entrent en contradiction avec les objectifs économiques prépondérants — et notamment la stimulation de l'innovation industrielle — a gagné du terrain.

Dans le contexte du chômage et de l'inflation, la protection de l'environnement ne semble plus un impératif majeur. S'il est peu probable qu'on revienne sur les réglementations adoptées, d'autres dispositions peuvent être prises pour soulager le fardeau des entreprises. Ainsi, le gouvernement américain exige maintenant des agences fédérales qu'elles procèdent à une évaluation de l'incidence financière des nouvelles réglementations prévues.

Il serait toutefois erroné de ne concevoir le problème de la protection de l'environnement que sous cet angle. La nécessité d'une perspective plus large apparaît clairement si l'on admet que la société est concernée tout autant par l'orientation de l'innovation technologique que par le rythme de sa progression.

Quelques pays ont ainsi été amenés à reconnaître que les mesures de sauvegarde de l'environnement peuvent contribuer à stimuler l'innovation. En Suède, l'Académie royale des sciences techniques a, dans son récent rapport sur les options technologiques nationales, consacré une large place à l'analyse de l'évolution des critères qui guideront le choix des priorités futures, et recommandé les « technologies sociales » (notamment celles qui sont novatrices de par leur absence d'effets néfastes sur l'environnement) comme secteur dans lequel la Suède pouvait espérer développer un important marché à l'exportation. Aux Pays-Bas, tant le ministère de la Santé et de la Protection de l'environnement que le ministère des Affaires économiques mettent l'accent sur les « technologies propres » dont certaines se révèlent déjà être commercialement rentables. En France, un service spécial a été créé au sein du ministère de l'Environnement pour encourager ce type de technologies.

6. *La promotion des connaissances*

Cet objectif renvoie essentiellement aux dépenses des conseils de recherche et à la recherche universitaire, bien que toutes les activités de recherche effectuées dans ce cadre n'aient pas nécessairement pour but (ou pour seul but) la promotion des connaissances. Le graphique 3 indiquait que la part relative de cet objectif

Tableau 9
**Financement public de la R-D consacrée à l'objectif
 « Promotion générale des connaissances »¹**

Millions \$ E-U, aux prix et taux de change 1975²

(Les pays sont classés par groupe et par ordre d'importance décroissante
 de leurs dépenses de R-D en 1980 ou année la plus proche)

	1975	1978	1979	Prévisions 1980
Allemagne	2 614	2 324	2 386	2 439
Japon	1 419	1 493 ⁴	n.d.	n.d.
France	950	981	1 006	999
Etats-Unis ³	813	860	844	858
Royaume-Uni	578	637	622	562
Pays-Bas	481	499	515	537
Italie	352	322	307	376
Suède	275	324	335	335
Belgique	235	113	123	120
Canada	150	168	161	n.d.
Australie	178 ⁴	161 ⁴	n.d.	n.d.
Norvège	n.d.	134	134	121
Danemark ⁵	70	74	73	70
Finlande	72	75	72	n.d.
Nouvelle-Zélande	15	15	15	n.d.
Irlande	4	8	n.d.	n.d.
Espagne	37 ⁴	n.d.	n.d.	n.d.
Portugal	4 ⁴	n.d.	n.d.	n.d.

1. *Promotion générale des connaissances* : Comprend l'ensemble des recherches qui contribuent à la promotion générale des connaissances sans être finalisées sur un objectif particulier. Par convention, est incluse dans cette classe toute la R-D financée par les fonds généraux émanant du ministère de l'Education (FGU publics) et ceci bien que dans certains pays ce genre de financement puisse concerner d'autres objectifs.

2. C'est l'indice de prix implicite du PIB qui est généralement utilisé pour déflater, sauf dans certains pays où il s'agit de taux d'inflation prévus, calculés par les pays lors de la préparation de leur budget annuel.

3. Données sous-estimées en raison de l'exclusion des « FGU publics ».

4. Japon : au lieu de 1978, lire 1977 ; Australie : au lieu de 1975, lire 1976/77 et au lieu de 1978, lire 1978/79 ; Espagne et Portugal : au lieu de 1975, lire 1976.

5. Dépenses courantes seulement.

Source : Banque de données OCDE/UIST (fin 1980), sauf Australie (données fournies par les autorités nationales).

dans le financement public de la R-D enregistrait un déclin dans la plupart des pays de l'OCDE à la fin des années 70. S'agissant des dépenses en termes absolus, le tableau 9 met en évidence divers schémas d'évolution³². Un premier groupe de pays (notamment la Belgique, les Etats-Unis, la France, les Pays-Bas, la Suède) a connu une hausse continue de 1975 à 1979. Un deuxième grand groupe a enregistré une hausse de 1975 à 1978, suivie d'un fléchissement en 1979 (ce sont notamment le Canada, le Danemark, la Finlande et le Royaume-Uni). Quant à l'Italie, elle connaît une baisse régulière des dépenses consacrées à la « promotion des connaissances ».

Il faut cependant souligner que la « promotion des connaissances » diffère sensiblement, en tant qu'objectif, des autres priorités envisagées ici puisqu'elle est en quelque sorte « le prolongement indispensable de l'enseignement supérieur »

32. Il est à noter que ce tableau ne fournissant que les dépenses *publiques*, les ordres de grandeur ne correspondent pas avec, par exemple, le total des dépenses *nationales* de recherche fondamentale.

plutôt que l'objet déterminé d'une politique gouvernementale. Et même si les universités ont une responsabilité évidente en ce domaine, ce n'est pas là leur seule mission, ni celle pour laquelle elles sont financées au premier chef. Dans la plupart des pays, en effet, les universités sont perçues en termes de politique éducative et sont financées essentiellement en tant qu'institutions d'enseignement. En même temps, du fait que dans de nombreux pays le système universitaire représente à lui seul une part importante du potentiel national de recherche, il est inévitable et légitime que les gouvernements tentent de s'assurer le concours des établissements universitaires pour la réalisation des programmes prioritaires de recherche à l'échelon national. C'est à la lumière de ces tentatives de mobilisation (sur lesquelles nous reviendrons) et de l'évolution de la demande en matière d'enseignement supérieur, suite à l'augmentation du nombre d'étudiants, que le problème de la recherche axée sur la « promotion des connaissances » doit être envisagé.

Dans beaucoup de pays, cette recherche a été largement touchée par les fluctuations du nombre des étudiants ; par le freinage de l'augmentation des ressources financières qui lui sont allouées (qui sont essentiellement fonction du nombre d'étudiants) et la modification de l'équilibre entre les diverses sources de financement de la recherche ; par les pressions en faveur de recherches « socialement utiles » ; et par différents aspects liés à l'évolution des valeurs sociales, tels que la démocratisation du processus de décision au sein de l'université³³.

Ces changements dans les effectifs ont des conséquences importantes sur la recherche universitaire. Ces deux aspects sont liés entre eux par des liens financiers, par le recrutement des professeurs et par l'enseignement de troisième cycle. Dans la majorité des pays, l'élément qui détermine les crédits affectés par l'Etat aux universités est le nombre des étudiants qui doivent recevoir un enseignement. En réalité, il semble que très souvent les ressources n'ont pas tout à fait suivi l'expansion, compte tenu de l'inflation. Cela veut dire qu'une fois le personnel payé et le matériel d'enseignement acheté, il ne restait qu'un volume décroissant de crédits disponibles pour la véritable recherche universitaire.

La seconde liaison est celle créée par les incidences de l'évolution des effectifs sur le recrutement du personnel universitaire. Durant les années 60, alors que l'on devait faire face à l'expansion des effectifs, le recrutement était très rapide et les chances n'ont jamais été meilleures pour ceux qui désiraient faire une carrière universitaire. Le corps enseignant universitaire était beaucoup plus jeune, dans l'ensemble, qu'il ne l'avait (sans doute) jamais été auparavant. Dans l'état de croissance faible, ou de croissance zéro, des effectifs qui a suivi, le recrutement de professeurs a été faible ou nul. L'une des conséquences de ce fait est que le personnel des universités a vieilli (ce qui n'a pu manquer d'avoir des incidences sur la mise en œuvre de la recherche). Une autre conséquence est que le moral des jeunes universitaires est affecté par leur conscience du fait que les postes de professeurs titulaires risquent de rester pourvus (et partant, fermés pour eux) pour des années, voire pour plusieurs décennies. Une troisième conséquence, très apparente en Allemagne, est le peu d'empressement des étudiants (même parmi les plus doués au point de vue scientifique) à se lancer dans la préparation d'un doctorat car il n'était que trop évident qu'ils n'avaient tout simplement presque aucune chance de pouvoir faire une carrière universitaire, même si nombre d'entre eux étaient plus talentueux que ceux qui avaient été recrutés pendant les années d'expansion rapide.

33. Les conséquences de ces diverses pressions font l'objet d'une analyse détaillée dans les chapitres I et II de *L'avenir de la recherche universitaire*, OCDE, Paris, 1981.

La troisième liaison existant entre les effectifs des étudiants et la recherche universitaire se place au niveau de l'enseignement du troisième cycle. Les nombreux jeunes qui arrivent à l'université constituent la « réserve » des étudiants dont certains, quelques années plus tard, iront jusqu'à s'engager dans une activité de recherche. Bien que cette liaison soit complexe, du fait que « l'enseignement universitaire de troisième cycle » est un concept dont la signification varie d'un pays à l'autre, il semble que, pour des raisons diverses selon les pays, le nombre des travaux de doctorat soit en déclin.

De plus, l'expansion des universités durant les années 60 a entraîné la création ou la modernisation des laboratoires d'enseignement et de recherche. La réduction progressive des ressources qui a suivi a fait que les équipements existants n'ont pas été remplacés : le « problème de l'obsolescence » est une source de préoccupation dans les universités de presque tous les pays de l'OCDE. Il semble qu'une amélioration effective exigerait maintenant une injection massive de capitaux.

C'est dans ce contexte de détérioration — qui se traduit par l'obsolescence de l'équipement, l'érosion progressive des crédits de recherche « libre », l'absence de recrutement (et les conséquences qui en résultent pour l'ouverture éventuelle de nouveaux domaines de recherche) — que plusieurs gouvernements commencent à réagir et à prendre des mesures en vue de redresser la situation, par l'intermédiaire des ministères de l'Éducation ou des conseils de recherche.

Au *Canada*, le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) prévoit de consacrer de 1980-1981 à 1984-1985 212 millions de dollars (aux prix de 1979) au remplacement des équipements (à cette somme viendront s'ajouter des crédits supplémentaires pour les dépenses de fonctionnement). En outre, dans le but de donner à la recherche fondamentale des bases plus solides, le Conseil entend accroître son aide à la recherche « libre » au rythme minimum de 5.5 % par an en termes réels (taux de croissance escompté par rapport au PNB + 1 %) au cours de la même période.

En *Italie*, où la recherche universitaire est dans une situation particulièrement difficile, une loi datant de février 1980 prévoit la création au sein des universités de 16 000 postes permanents de recherche, dont 4 000 seraient ouverts sur concours entre 1980 et 1983. Des crédits d'un montant total de 300 milliards de lires ont été dégagés pour la période 1980-1982. D'autre part, un enseignement de troisième cycle est actuellement mis en place en vue de permettre la formation de chercheurs.

En *Finlande*, un plan quinquennal particulièrement ambitieux pour le développement de la recherche fondamentale a reçu l'approbation du gouvernement. Cette décision a été prise en réaction contre une situation dans laquelle, à la fin des années 1970, les crédits affectés à la recherche universitaire étaient restés plus ou moins stationnaires en termes réels, tandis que ceux de l'Académie de Finlande (autrement dit les conseils de recherche) diminuaient.

Aux *Etats-Unis*, le budget présidentiel (révisé) de 1981 prévoit un accroissement des crédits alloués à la NSF de l'ordre de 9.3 % par rapport à ceux de 1980. Bien que cet accroissement corresponde encore à une diminution en valeur réelle, il sera intéressant de noter que, de tous les principaux organes qui financent des activités de R-D, seul le ministère fédéral de la Défense devrait bénéficier d'une augmentation de crédits d'une proportion plus élevée. Le gouvernement des Etats-Unis accorde de nouveau un rang prioritaire à la recherche fondamentale et a récemment annoncé qu'en 1981 il augmenterait les crédits afférents à la recherche fondamentale de 3 % en valeur réelle. Ce pourcentage comprend des fonds supplémentaires qui n'apparaissent pas dans le budget révisé.

L'essentiel de l'aide à la recherche fondamentale est fourni par le « National Institute of Health — NIH » et la « National Science Foundation — NSF ».

Au *Royaume-Uni*, le Comité consultatif des conseils de recherche (ABRC) et le Comité des subventions aux universités (UGC) ont constitué conjointement un groupe de travail qui examine le système de « soutien dualiste » à la recherche scientifique universitaire — système suivant lequel les universités doivent fournir, sur leurs fonds généraux, un financement « plancher » pour les équipements de recherche, tandis que les conseils de recherche assurent un soutien spécifique pour des projets sélectionnés.

S'agissant des autres gouvernements qui s'efforcent d'enrayer le déclin de la recherche fondamentale, la plupart des initiatives adoptées sont plus modestes et plus spécialement centrées sur des aspects spécifiques du problème. Ainsi, en Allemagne, le Programme Heisenberg est conçu pour lutter contre les effets sclérosants et démoralisants de l'absence de recrutement, par la création de postes temporaires de recherche au niveau du doctorat de troisième cycle et au-delà.

Les universités s'efforcent d'autre part, soit de leur propre initiative, soit sous la pression des pouvoirs publics, d'utiliser plus efficacement leurs crédits de recherche en les attribuant en priorité aux chercheurs les plus productifs du corps professoral. Cette orientation suppose que le système de répartition des crédits sur la base de formulaires normalisés soit remplacé par un plan de recherche, et que les demandes déposées par les membres du corps professoral soient évaluées par un comité central de la recherche universitaire. On observe une tendance dans ce sens aux Pays-Bas, en Suisse et en Allemagne, où deux universités au moins fonctionnent selon ce principe (que le Wissenschaftsrat voudrait étendre à tous les établissements universitaires).

IV. LA MOBILISATION DES RESSOURCES

1. *Ressources disponibles*

Face aux grands problèmes que posent les années 1980, de nombreux gouvernements de l'OCDE se sont montrés fermement résolus à mobiliser leurs systèmes scientifiques et technologiques nationaux. Le fléchissement du taux de croissance et de productivité industriels, la hausse des prix énergétiques et les difficultés d'approvisionnement, en particulier, sont perçus comme des secteurs d'intervention prioritaires par rapport auxquels la science et la technologie peuvent apporter des réponses pour l'avenir. Il importe donc de mobiliser les systèmes de recherche pour résoudre ces problèmes urgents. On constate toutefois que les systèmes diffèrent considérablement d'un pays à l'autre, et pas seulement par leur importance comme le montrait le tableau 1. En effet, la répartition des dépenses et du personnel de R-D entre les grands secteurs de l'enseignement supérieur, des entreprises, de l'Etat lui-même, et des instituts indépendants à but non lucratif varie selon les pays, ainsi qu'il ressort du tableau 10.

L'influence que les gouvernements sont susceptibles d'exercer sur les activités de R-D dans le secteur des entreprises privées, s'ils estiment nécessaire d'intervenir (comme c'est de plus en plus souvent le cas), n'est pas la même que celle dont ils peuvent se prévaloir sur le secteur public. Au sein du secteur public même, on relève des différences importantes entre les universités et les centres de R-D publics. En ce qui concerne les universités, la situation dépend en grande partie de leur mode de financement et, tout particulièrement, du mode de financement de leurs activités de recherche. D'autre part, il est certain qu'on ne peut jamais totalement échapper à l'histoire. Certains établissements de recherche et communautés scientifiques qui ont pâti depuis plusieurs années du manque de crédits, de l'obsolescence de leur équipement, de l'absence de recrutement et de mobilité du personnel, du vieillissement et du manque d'enthousiasme du corps professoral, risquent fort de ne pas répondre aux sollicitations du gouvernement avec tout le dynamisme et la vitalité souhaitables.

On ne saurait négliger de mentionner ici la coopération internationale qui fournit depuis longtemps un moyen précieux de compléter les ressources dont disposent les pays, en particulier pour ce qui concerne les équipements (centres communs tels que le CERN), ainsi que les ressources intellectuelles et les idées (grâce à des programmes d'échange). L'impression est dans de nombreux pays de l'OCDE que les relations internationales sont actuellement en déclin dans les milieux scientifiques. Aux Etats-Unis, par exemple, on constate avec inquiétude que les scientifiques ont, avec leurs collègues étrangers, des rapports moins étroits qu'autrefois, et le « National Research Council » a entrepris une enquête à ce sujet.

Tableau 10
Répartition des dépenses et du personnel de R-D par secteur d'exécution
1977

(Les pays sont classés dans l'ordre décroissant de leur dépense intérieure brute de RD - DIRD)
(Total national SENI + SSH = 100)

	Entreprises ¹		Etat		ISBL		Enseignement supérieur	
	Dépenses	Personnel	Dépenses	Personnel	Dépenses	Personnel	Dépenses	Personnel
Etats-Unis	66.8	68.5 ²	15.2	11.3 ²	3.3	4.8 ²	14.7	15.4 ²
Japon ³	57.8	54.1	12.1	9.3	2.4	1.6	27.7	35.0
Allemagne	65.0	61.9	16.1	16.5	0.4	0.3	18.6	21.2
France	60.3	54.3	22.8	24.3	1.4	1.7	15.5	19.6
Royaume-Uni (1975/76)	60.3	n.d.	25.9	n.d.	3.3	n.d.	10.4	n.d.
Pays-Bas	51.7	50.1	20.8	23.3	2.5	2.6	25.0	23.9
Canada ⁴	41.9	38.4	30.5	36.0	0.8	0.4	26.8	4.7
Italie	53.6	41.0	24.6	19.3	n.d.	n.d.	21.8	39.7
Suède ⁴	71.0	66.8	8.6	9.8	—	—	20.5	23.4
Suisse	75.7	74.9	6.8	5.7	1.2	0.9	16.3	18.4
Belgique	67.9	61.6	11.4	9.5	0.8	0.8	19.9	28.1
Australie (1976/77)	24.8	21.0	50.9	42.6	1.3	1.3	23.0	35.1
Norvège	47.1	44.8	18.4	21.3	0.5	0.8	33.9	33.1
Danemark (1976/77)	49.1	52.5	21.7	21.5	0.6	0.8	28.6	25.2
Finlande	51.9	45.8	26.3	30.4	0.8	1.0	20.9	22.7
Nouvelle-Zélande	18.0	23.0	61.2	58.7	1.7	1.8	19.1	16.5
Irlande	32.2	24.2	46.8	44.6	4.1	3.7	16.8	27.5
Portugal (1978)	13.1	10.8	66.7	58.0	2.4	1.6	17.8	29.6
Islande	4.8	1.8	65.7	63.6	3.8	4.9	25.7	29.7

1. SSH exclues en totalité ou en partie.
 2. Chercheurs seulement.
 3. Le personnel n'est pas compté en équivalent plein temps.
 4. SENI seulement.
- Source : Banque de données OCDE/UIST (fin 1980).

Si cette tendance était confirmée, elle aurait de graves conséquences, non seulement pour la science en général, mais aussi pour l'application de la politique nationale de recherche dans divers pays. En effet, pour que les faibles ressources dont on dispose pour la recherche puissent être réparties de façon efficace, il faut — de plus en plus — que la recherche obéisse à des normes internationales d'évaluation, surtout dans les petites communautés nationales de chercheurs.

Les exigences propres à la science, ou même le souci de répartir le plus efficacement possible les ressources de recherche, ne sont pas les seules considérations qui président à l'instauration de relations internationales en matière de science et de technologie. Les accords de coopération, en particulier ceux qui sont conclus pour la mise au point de techniques nouvelles, dépendent peut-être davantage de la politique étrangère et de la politique économique. Ces questions sont examinées en détail dans « La coopération scientifique et technologique internationale dans la zone OCDE », et il est révélateur que l'on y ait fait observer

que l'industrie jouait un rôle toujours plus important dans la coopération internationale et que la plupart des initiatives, qu'elles fussent publiques ou privées, étaient prises par des pays européens³⁴.

Un autre aspect de cette question mérite d'être signalé. Comme on le dira plus loin, les pays Membres les moins industrialisés de l'OCDE éprouvent des difficultés particulières à mettre leurs systèmes scientifiques et technologiques au service du développement. De l'avis général, ils ne pourront y parvenir que si les pays Membres plus avancés continuent à leur fournir une aide qui devra comprendre, à l'avenir également, des possibilités de formation. Dans certains cas, il faudra toutefois prévoir des mesures supplémentaires qui, de l'avis des autorités yougoslaves, par exemple, devraient inclure : l'octroi à ces pays d'un accès préférentiel au matériel scientifique fabriqué seulement dans les pays avancés ; l'amélioration du transfert de l'information scientifique et technique ainsi que de nouveaux programmes de recherche en collaboration aux termes desquels des chercheurs de pays avancés et de pays moins avancés étudieraient en commun certaines questions relatives au développement.

2. Adapter le secteur public

On pourrait raisonnablement supposer que les responsables politiques exercent une influence particulière sur les établissements de recherche directement rattachés aux ministères, de sorte qu'il ne se pose pas de problème pour infléchir les activités de R-D de ces établissements dans le sens des nouvelles priorités de la politique scientifique nationale. Or, il n'en est pas toujours ainsi pour de multiples raisons, mais avant tout parce que ces institutions ont souvent acquis au fil des ans une autonomie considérable dans leur mode de fonctionnement. D'autre part, logiquement, plus les ressources de R-D d'une nation se trouvent concentrées dans les laboratoires d'Etat, plus le problème de l'adaptation du secteur public aux nouvelles priorités doit prendre d'importance. Tel est notamment le cas des pays les plus petits et les moins industrialisés de l'OCDE, et de ceux où l'agriculture et la pêche jouent un grand rôle.

La nécessité de donner une nouvelle orientation aux établissements publics de recherche constitue cependant un sujet de préoccupation majeur dans nombre de pays. Le problème tient en partie à ce que, bien souvent, on a affaire à une organisation énorme qui, en vertu de ses traditions, de son poids politique, et — ne l'oublions pas — de la réelle compétence scientifique d'une bonne partie de son personnel, a tendance à fonctionner en « autarcie ». De telles organisations peuvent fort bien s'être constituées au fil des ans en instruments qui servent avant tout les besoins des équipes de chercheurs plutôt que ceux de l'ensemble de la société. Quand ces établissements ont en outre pour principale fonction de développer la recherche appliquée nécessaire à l'industrie, de sérieuses barrières viennent souvent entraver le transfert des connaissances.

Dans plusieurs pays de l'OCDE possédant un important secteur public, et en particulier dans ceux où ce secteur tend à être dominé par un organisme unique, on s'est beaucoup interrogé récemment sur les mesures à prendre pour mieux adapter ces organismes à l'évolution des besoins de R-D et pour permettre un transfert des connaissances plus efficace. Ainsi, les activités de la « Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) » en Australie³⁵, et celles de l'Organisation pour la recherche scientifique appliquée (TNO) aux Pays-Bas ont fait l'objet d'enquêtes approfondies.

34. Voir Quatrième partie du présent volume, pp. 139 à 183.

35. *Independent Inquiry into the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation* (Président : M. A.J. Birch), Parlement du Commonwealth d'Australie, 1977.

En France, l'introduction du principe des « audits » périodiques (à intervalle de cinq à dix ans) constitue une innovation intéressante. D'après ce principe, chaque organisme public de recherche devra faire l'objet d'une évaluation par une équipe de scientifiques, de fonctionnaires et d'utilisateurs de la recherche. Le premier de ces « audits » a eu lieu en 1978 ; il concernait les activités de l'Institut national de la recherche agricole (INRA). A la lumière de ce rapport, un certain nombre de réformes institutionnelles ont été introduites. D'autres initiatives ont été prises pour valoriser la recherche de l'Institut. Elles comportent notamment une amélioration des relations avec l'industrie alimentaire, et un renforcement du rôle de l'INRA dans l'exploitation des résultats de ses recherches : des personnels spécialisés doivent être recrutés pour cette tâche et un réseau de délégués régionaux doit être mis sur pied.

Lorsque l'enquête met en lumière la nécessité de changements d'envergure dans l'organisation et la gestion des instituts de recherche, des difficultés considérables peuvent se présenter. Le TNO néerlandais en offre un exemple puisque sa restructuration s'est révélée difficile. Les mesures annoncées, et en cours d'application, visent à introduire une planification systématique, à renforcer l'administration centrale, à instaurer des liens efficaces avec les autres organismes de recherche, et à améliorer la gestion et l'utilisation du personnel aussi bien que des crédits³⁶. La mise en œuvre de ces réformes soulève toutefois de nombreux problèmes. L'absence de mobilité du personnel constitue une première barrière. Il est souvent difficile de transformer radicalement une organisation sans renouveler très largement son personnel dirigeant ; or, c'est là une mesure qui peut se heurter à de sérieux obstacles. Ni la retraite anticipée, ni la nomination à des postes d'une durée limitée, préconisées dans le cas du CSIRO, n'ont la faveur des autorités néerlandaises. Il semble que l'on s'oriente plutôt, pour stimuler le dynamisme de l'organisation, vers le choix d'un mode de financement axé davantage sur les projets : les contrats de recherche seraient établis de façon très détaillée et soigneusement contrôlés.

3. *Mobiliser les universités*

Il va de soi que toute mesure d'une certaine envergure visant à encourager l'innovation industrielle — en particulier lorsque celle-ci s'effectue ou devrait s'effectuer dans des branches d'activité nouvelles ou en expansion rapide — exige un effectif de main-d'œuvre important. C'est ainsi que dans le domaine nouveau de l'informatique, par exemple, on doit s'attendre à des pénuries aiguës d'informaticiens hautement qualifiés et de spécialistes de l'analyse des systèmes. Pour donner un grand essor aux industries de la biotechnologie, il faudra pouvoir compter sur un plus grand nombre de diplômés d'université ayant fait des études leur ayant donné des notions de biologie, de chimie, d'ingénierie et de gestion. En résumé, les difficultés et les objectifs prioritaires actuels obligeront les établissements d'enseignement supérieur à consentir un effort supplémentaire dans leurs activités d'enseignement et de formation. D'autre part, les universités sont trop importantes en tant que sources de connaissances en matière de recherche pour ne pas être oubliées dans toute mobilisation des systèmes de recherche nationaux qui pourrait intervenir : comme le fait ressortir le tableau 10, le secteur de l'enseignement supérieur représente, dans la plupart des pays de l'OCDE, 20 à 30 % de l'ensemble des systèmes de recherche. Toutefois, dans la plupart des cas, leur mode traditionnel de financement — crédits généraux alloués par le ministère de l'Education — reste fondé sur le nombre des étudiants inscrits (et

36. Une grande part des recommandations relatives au CSIRO australien visaient précisément des objectifs similaires.

sur la répartition de ceux-ci entre les facultés) et n'est donc nullement influencé par les priorités définies au niveau de la politique scientifique. Ainsi, dans les années 60, on a vu à la fois une augmentation des effectifs étudiants et un accroissement des ressources financières des universités ; en revanche, ces deux paramètres ont plafonné au cours des années 70.

Au cours de ces vingt dernières années, pour répondre aux exigences d'une recherche scientifique « d'actualité et de qualité », on a vu se multiplier dans de nombreux pays des systèmes de financement complémentaire sur la base de projets, dont les fonds transitent par les conseils de recherche. En outre, on a enregistré dans plusieurs pays une augmentation des contrats de recherche émanant de l'Etat ou du secteur industriel. (Il faut cependant noter que dans certains cas, par exemple en Autriche et au Danemark, les dispositions légales permettant la signature de tels contrats n'existent que depuis peu.) La part de ces fonds extérieurs dans l'ensemble du financement de la recherche universitaire varie considérablement d'un pays à l'autre³⁷, mais elle n'a guère connu de modifications significatives dans chaque pays au cours de ces dernières années. De tels chiffres ne donnent toutefois pas une image complète de la situation. Ils ne disent rien des changements intervenus dans les critères sur la base desquels sont sélectionnés les projets ou de la mesure dans laquelle des fonds d'origine extérieure, et notamment ceux accordés par les conseils de recherche, sont utilisés comme moyen d'influencer la recherche universitaire.

Il convient de noter en même temps que, dans des pays aussi différents que la Grèce et les Pays-Bas, par exemple, la politique officielle veut maintenant que l'on augmente considérablement la part des fonds extérieurs destinés à la recherche universitaire. Aux Pays-Bas, le gouvernement a récemment annoncé son intention de porter la part des fonds du Conseil de la recherche (ZWO) dans le financement global de la recherche universitaire à quelque 16 % en 1990, contre moins de 8 % actuellement.

Au Royaume-Uni, l'équilibre entre les fonds internes (FGU)³⁸ et les fonds extérieurs d'aide à la recherche fait actuellement l'objet, comme on l'a vu, d'une investigation de la part d'un comité conjoint de l'University Grants Committee et de l'Advisory Board for the Research Councils, qui s'attache en particulier à déterminer « jusqu'à quel point les dispositions actuelles permettent d'utiliser au mieux les ressources existantes et les ressources prévues pour l'avenir ».

De plus, les proportions sont elles-mêmes trompeuses quant à l'importance des fonds extérieurs pour de nombreuses formes de recherche. Cela vient de ce que les estimations des dépenses de R-D des universités incluent un facteur « coûts salariaux des personnels universitaires » basé sur la part de leur temps que ces personnels sont supposés consacrer à la recherche. En fait, les salaires représentent la plus grosse part des dépenses des universités, mais il ne s'agit pas là de ressources qui peuvent être librement affectées à des projets de recherche. Ainsi donc, les fonds en provenance de l'extérieur peuvent représenter une part des ressources pouvant être réparties en fonction des nécessités de la recherche bien plus forte que ne le suggèrent les taux indiqués ci-dessus. Sur cette base, par exemple, l'Université de Constance (Allemagne) estime que 56 % environ de ses fonds de recherche proviennent de sources extérieures ; pour le département de physique de l'Université de Munich, cette part est estimée à quelque 80 %. L'influence des fonds extérieurs, ou celle qui est exercée grâce à eux, peut donc être bien plus grande qu'il n'est apparu jusqu'ici. Si l'on tient compte du fait que

37. Par exemple : Pays-Bas (1976) 7.4 % ; Norvège (1977) 18 % ; Finlande (1976) 24.2 % ; Canada (1978) 40.4 % ; Australie (1976) 43 %.

38. Fonds généraux des universités.

les crédits de recherche d'origine extérieure n'ont pas seulement une importance plus grande sur la nature de la recherche que ne paraît l'indiquer leur part dans le total des dépenses de recherche, mais que cette importance peut, en plus, être croissante, il paraît nécessaire d'examiner la nature des crédits dispensés par les conseils de recherche et autres organes de ce type.

Dans beaucoup de pays de l'OCDE, les critères d'après lesquels les crédits sont attribués ont changé. Au lieu de suivre le mode de fonctionnement traditionnel en répondant à des demandes, les conseils de recherche commencent à prendre eux-mêmes l'initiative. Cela s'est fait de deux façons : dans certains pays, on a cherché à orienter de plus en plus la recherche universitaire vers certains grands secteurs ou vers des thèmes de recherche particuliers, reconnus comme étant économiquement ou socialement d'importance nationale. Dans une certaine mesure, on s'est inspiré des priorités déterminées par les conseils de recherche eux-mêmes. Dans d'autres cas, les conseils de recherche ont été invités à encourager des recherches identifiées par un organisme de politique scientifique de haut niveau ou par les autorités politiques. C'est ainsi qu'en Finlande, le Conseil de la politique de la science a identifié cinq domaines prioritaires — santé publique, conditions de vie, conditions de travail, protection de l'environnement, promotion de la démocratie et de l'égalité — et qu'il a laissé à l'Académie de Finlande la tâche de préparer et de mettre en œuvre des programmes détaillés de recherche ; au Canada, le Conseil national de la recherche a reçu une mission presque identique.

En Italie, le Conseil national de la recherche (CNR) dispose, depuis 1976, de fonds pour la stimulation de la recherche appliquée dans des domaines tels que l'énergie, les ressources pour l'alimentation, la santé, etc. Pour une institution qui finançait jusqu'alors la recherche universitaire presque exclusivement par disciplines scientifiques, ceci représente un changement radical. Le CNR pourra ainsi jouer un rôle important dans la recherche effectuée dans le cadre du Plan national de réforme de la santé ainsi que dans le programme spécifique concernant le Mezzogiorno.

La Suisse fournit un autre exemple. Depuis 1975, le Fonds national suisse (FNS) est chargé par le parlement fédéral non seulement d'accorder une aide aux projets de recherche sur la base des demandes reçues (comme cela se faisait depuis longtemps), mais aussi de pousser au développement systématique des secteurs de recherche (appelés « programmes nationaux ») reconnus comme étant d'importance nationale. Ces secteurs sont choisis par le Conseil confédéral, et le FNS est chargé de la mise en œuvre. Dans ce cas, aux considérations habituelles de qualité scientifique qui permettent d'évaluer une demande s'en ajoutent d'autres telles que l'importance nationale du problème à résoudre, les possibilités d'utilisation des résultats ou la stimulation de la collaboration interdisciplinaire et inter-universitaire. On attend de ces programmes nationaux qu'ils finissent par absorber quelque 12 % du budget total du FNS.

Ces modifications dans le mode de fonctionnement des conseils de recherche, et la tendance à orienter de plus en plus la recherche universitaire en fonction des priorités de la politique nationale de la science, ne sont pas universelles : beaucoup dépend de la nature des rapports existant entre les conseils de recherche et le gouvernement, et ceux-ci diffèrent d'un pays Membre à un autre. Toutefois, c'est bien là la tendance dominante.

L'effort de mobilisation du potentiel universitaire s'est également traduit par le souci de promouvoir de meilleures relations entre l'université et l'industrie. Au Royaume-Uni, par exemple, le Science Research Council et le ministère de l'Industrie financent désormais des projets patronnés conjointement par un dépar-

tement universitaire et par une entreprise. Environ deux tiers des universités ont actuellement des unités de liaison avec l'industrie, et un comité de liaison composé de représentants de haut niveau des universités, des écoles polytechniques et de l'industrie existe depuis longtemps déjà. On relève des initiatives analogues dans plusieurs autres pays. Il semble que la question des relations entre l'université et l'industrie préoccupe davantage certains pays (Australie, Canada, Royaume-Uni et, de plus en plus, Etats-Unis) que d'autres (Allemagne, Suisse, par exemple). De toute évidence, cette collaboration, quand elle existe, n'a pas été instituée à l'initiative des gouvernements : elle procède plutôt de valeurs communes aux deux parties en présence et solidement ancrées dans leurs traditions respectives. Le sentiment de relever de la même région ou de la même communauté joue peut-être un rôle de plus en plus important dans l'incitation à ce type de convergence — et même dans le fait que les universités tendent à prendre des initiatives en ce domaine. Cependant, en l'absence de ces valeurs communes, il ne semble guère que les décisions imposées d'en haut puissent avoir le moindre impact sur les rapports université-industrie.

Il faut également noter que les gouvernements ne sont parfois pas assez conscients du fait que certaines questions urgentes ne peuvent être « résolues » directement par la seule injection massive de crédits (mais qu'elles exigent d'abord des recherches fondamentales considérables), et qu'il est indispensable de tenir compte des intérêts scientifiques personnels de tout bon chercheur. Les décideurs ont peut-être tendance à trop définir les problèmes : au lieu de tenter d'intéresser les chercheurs à un certain domaine de recherche, ils s'efforcent de financer des recherches portant sur un point très particulier du domaine en question. Les sujets ainsi identifiés n'ont parfois aucun intérêt pour un scientifique, soit parce qu'ils sont trop terre à terre, soit parce qu'ils ne se prêtent pas à un travail de recherche. Il convient de réfléchir non seulement au niveau de généralité auquel les priorités doivent être exprimées (surtout lorsqu'elles reflètent des considérations d'ordre économique et social plus que d'ordre purement scientifique), mais aussi aux mécanismes par lesquels elles pourraient être élaborées, grâce à un débat plus général. La société et les gouvernements peuvent à bon droit faire appel aux capacités des universitaires, mais ils doivent le faire en bonne connaissance de cause.

4. *La mobilisation des ressources dans les pays Membres en voie d'industrialisation*

Dans quelques pays Membres, l'industrialisation pose des problèmes qui diffèrent de ceux des pays industriels avancés. Les pays en voie d'industrialisation reconnaissent l'importance de la science et de la technique pour leurs plans de développement, mais leur politique de R-D leur cause des difficultés particulières, en partie parce qu'ils manquent de fonds et de personnel pour leurs activités de recherche (voir tableau 1). Mais, selon une opinion largement répandue, ils pourraient faire beaucoup plus avec les ressources dont ils disposent, et leurs difficultés sont aussi de nature structurelle et culturelle. Autrement dit, elles tiennent à « l'inefficacité » de leur système scientifique et technologique qui est renforcée par les attitudes et la mentalité conservatrices du milieu social.

Cette inefficacité s'observe aussi bien dans le secteur public que dans celui des universités qui, à eux deux, exécutent la plupart des travaux de recherche (voir tableau 10). La principale difficulté à laquelle se heurtent les établissements de recherche de l'Etat est qu'ils doivent veiller à ce que les travaux qu'ils effectuent aient de l'intérêt pour l'industrie. Il est rare que les centres de Recherche et de Développement de l'Etat, auxquels les crédits sont alloués par établissement plutôt que par projet, soient tenus d'assumer la fonction qu'ils sont censés exercer

pour l'industrie. En général, ces organismes ne sont guère influencés dans leurs activités, faute de commandes suffisantes de la part des entreprises. En Turquie, l'Organisme de planification de l'Etat a critiqué le manque de coordination et d'administration de la recherche et a reproché aux ministères dont dépendent les laboratoires de ne pas apprécier l'importance de la R-D à sa juste valeur.

Le problème est tout aussi grave, sinon plus, pour la recherche dans les universités. Lorsque ces dernières ont rétribué leur personnel et couvert leurs frais d'enseignement, il ne leur reste que très peu d'argent pour entreprendre des recherches. Dans les universités traditionnelles, où les professeurs titulaires jouissent d'une autonomie quasi complète, ceux-ci n'utilisent guère en commun les installations de recherche existantes. En Grèce, à la seule exception de certains laboratoires de l'Université technique d'Athènes, les universités n'entreprennent presque pas de recherches en équipe. Il n'existe presque pas de formation à la recherche ni de cours de préparation au doctorat, de sorte qu'il est impossible d'augmenter l'effectif des chercheurs et que la faculté d'adaptation du système de la recherche universitaire demeure limitée.

En Grèce, au Portugal et en Turquie, l'université et l'industrie n'entretiennent pratiquement pas de relations. La raison en est, d'une part, que les chercheurs universitaires font peu d'efforts pour intéresser les milieux industriels à leur travail et, d'autre part, que les universités n'ont pas l'habitude de travailler en collaboration.

Toutefois, ce problème provient peut-être surtout des milieux de l'industrie. Dans ces pays, les entreprises sont petites, et très peu d'entre elles sont actuellement en mesure de financer des recherches. Cette situation pourrait les inciter à conclure des contrats avec les universités mais, dans la pratique, l'industrie manufacturière préfère acheter à l'étranger les techniques nouvelles dont elle a besoin. Etant donné que les industriels accordent leur préférence aux techniques nouvelles étrangères, et qu'ils doutent en général de la compétence des universités de leur propre pays, celles-ci manquent de « demandes » de recherche, et c'est ce qui explique en partie la persistance de leur inefficacité. Nul ne songe bien entendu à nier l'utilité d'un transfert de techniques mises au point dans des pays plus avancés, mais il faut reconnaître que celles-ci ne sont pas toujours les plus appropriées et que des recherches doivent être entreprises afin de les adapter pour qu'elles puissent être assimilées.

Certains progrès se font cependant jour. Le remplacement progressif des modalités de financement par établissement par un système d'allocation par projet paraît être un moyen particulièrement efficace de rendre les établissements de recherche attentifs aux besoins nouveaux, et de leur imposer certaines normes externes de contrôle de la qualité. C'est la voie dans laquelle s'engage actuellement l'Agence scientifique et technique de Grèce (SRTA) qui voudrait arriver à financer 50 % de la R-D du secteur public (y compris les universités) sur la base de projets. Un programme très ambitieux, qui concerne des domaines jugés d'importance nationale (tels que les ressources naturelles et le traitement des matières premières ; l'énergie ; la médecine préventive et la planification de la santé) vient d'être lancé. Des mesures sont également prises en Grèce pour réduire l'autonomie des professeurs titulaires et pour organiser des cours de troisième cycle. Cependant, suivant une opinion très répandue dans les pays Membres moins avancés, ceux-ci ne parviendront pas à moderniser leurs systèmes scientifique et technologique sans l'aide des pays Membres plus avancés³⁹.

39. Voir notamment : A. Petak *et al.*, *Science in Yugoslavia*, *op. cit.*

V. NOUVELLES FORMES DE CONSENSUS

L'idée qu'en matière de sciences appliquées et de technologie, les projets, pour avoir une efficacité réelle, demandent à être formulés sur la base d'un dialogue permanent entre chercheurs et utilisateurs présumés a fait son chemin parmi les responsables des politiques scientifiques. C'est cette idée qui a engendré la tendance à la « sectorisation » analysée plus haut. En d'autres termes, on s'accorde en général à reconnaître que le transfert efficace des connaissances dépend de l'existence d'un consensus entre chercheurs et utilisateurs. Mais les transformations observées dans la politique scientifique et technologique d'un certain nombre de pays de l'OCDE demandent en fait à être comprises à la lumière des idées nouvelles sur le type de consensus qui doit fonder les choix politiques.

Un certain nombre de développements intervenus au cours de la dernière décennie en fournissent l'illustration. Parmi ceux-ci on peut citer : la démocratisation des structures de décision dans l'université⁴⁰ ; les mouvements radicaux en faveur d'une « science pour le peuple » ; les débats préalables aux référendums sur le nucléaire en Autriche, en Suède, en Allemagne⁴¹ ; les craintes suscitées par des expériences de recombinaison de l'ADN qui ont conduit plusieurs pays à réglementer ces expériences. D'autre part, et c'est là un aspect peut-être moins tangible, on a pris conscience de la difficulté d'imposer à la communauté scientifique un ensemble de priorités auxquelles elle ne souscrit pas nécessairement. On commence à admettre que cette communauté ne peut être efficacement « mobilisée » que si elle reconnaît l'importance et l'intérêt pour la recherche, voire pour la science, du problème qui lui est soumis — or, cela suppose qu'elle soit associée beaucoup plus étroitement que par le passé au processus d'élaboration des priorités.

L'ensemble de ces prises de conscience, initiatives et mouvements divers paraît avoir influencé les vues de bien des gouvernements quant à la *forme* de consensus qui doit fonder les décisions en matière de science et de technologie. Deux autres tendances plus récentes peuvent avoir également contribué à faire admettre la nécessité d'un changement. Tout d'abord, dans presque tous les pays de l'OCDE à structure fédérale, on constate que les autorités régionales ou provinciales commencent à ressentir le besoin d'élaborer leurs perspectives propres sur les problèmes scientifiques et technologiques en fonction des nécessités, des responsabilités et des ressources locales. Cela est vrai depuis longtemps de la Yougoslavie et des Etats-Unis, mais aussi maintenant du Canada (surtout du Québec) et de l'Allemagne (essentiellement de la Rhénanie du Nord-Westphalie) ainsi que, de plus en plus, de la Belgique. En deuxième lieu, et c'est là un facteur d'une portée beaucoup plus générale, on constate la sensibilisation des syndicats

40. Voir *L'avenir de la recherche universitaire*, op. cit.

41. Voir *La technologie contestée*, OCDE, Paris, 1979.

au problème de l'application généralisée des microprocesseurs et de ses implications pour l'emploi. L'importance de cette question et les difficultés que laisse d'ores et déjà entrevoir l'extension de l'informatique à tous les secteurs de la société ont fait clairement comprendre la nécessité d'instaurer sans retard un dialogue approfondi sur le rythme et la nature du changement technologique.

Conscientes de cet impératif, et afin de se donner les moyens de réagir de façon opportune et efficace, les organisations syndicales de tous les pays nordiques et de l'Allemagne ont mis en place des commissions chargées d'étudier les questions de R-D. Peu de pays ont jusqu'ici suivi cet exemple (le cas de la Suède, où trois des principaux syndicats ont présenté ces dernières années des programmes très détaillés pour la politique de R-D, reste assez unique), mais il s'agit là d'une tendance qui ne saurait manquer de s'étendre et qui pourrait avoir une incidence considérable sur l'élaboration des politiques scientifiques et technologiques.

Ces divers courants reflètent en quelque sorte le passage progressif de la politique scientifique et technologique à un certain degré de maturité et de responsabilité : la politique scientifique et technologique est plus que jamais tributaire d'évolutions politiques plus larges, ce qui entraîne un certain nombre de conséquences. On observe notamment un déclin du rôle des organes scientifiques consultatifs (déclin que leurs membres ne manquent pas de percevoir dans un certain nombre de pays), les gouvernements estimant, semble-t-il, que le recours à un organe de consultation indépendant est moins utile, ou moins indispensable, que par le passé. Autre conséquence : la désillusion du public à l'égard de la science et de la technologie pèse d'un poids croissant sur l'élaboration des politiques scientifiques. Un exemple récent — qui montre aussi la crainte d'un surcroît de centralisation — nous est donné par le référendum suisse de mai 1978, à l'issue duquel la population de ce pays a rejeté un projet de loi (qui avait l'appui du parlement) qui aurait dû constituer, en quelque sorte, la grande charte de la politique fédérale en matière de science. Plusieurs gouvernements (dont ceux de la France, de l'Allemagne et des Pays-Bas) considèrent par conséquent qu'une plus large diffusion de l'information scientifique et technologique constitue une des principales priorités de leurs politiques de la science.

De plus en plus, en Allemagne, aux Pays-Bas et ailleurs, on considère que l'évaluation systématique des nouvelles technologies doit jouer un rôle croissant, et que cette évaluation doit porter au moins autant sur les implications économiques et sociales du changement que sur des considérations de stricte faisabilité technique. Aux Pays-Bas, où l'on relève une volonté générale de limiter la centralisation de l'information (et donc, dans une certaine mesure, du pouvoir), on se pose la question de savoir qui devrait procéder à ces évaluations, et pour le compte de qui ? Ce sont là des questions importantes car il est évident que plus les procédures d'évaluation iront en s'affinant, plus le commanditaire de l'étude sera en mesure d'influencer les prises de décision.

Il importe de savoir si l'objectif de la diffusion de l'information, du dialogue et de la consultation est une atténuation des craintes suscitées par les conséquences « graves » ou « inévitables » des changements techniques, ou si l'objectif est de réaliser le consensus social sur des changements souhaitables et sur l'orientation de tels changements. Les deux objectifs ne sont pas identiques. Toutefois, on ne saurait clarifier les implications de ces deux approches distinctes sans aborder la discussion de questions philosophiques, ce qui serait hors de propos ici.

Au fur et à mesure que la prise de décision en matière de science et de technologie tendra à ressembler au processus politique général qui caractérise les pays de l'OCDE, elle fera ressortir de plus en plus de divergences entre ces pays. En effet, les traditions politiques, les valeurs et les éléments constitutifs du

consensus ou des dissensions varient largement d'un pays Membre à l'autre. Cela peut être illustré par la discussion qui a actuellement lieu au sein du parlement autrichien à propos d'une nouvelle loi sur l'organisation de la recherche. Ce projet de loi propose la création de deux institutions : un Conseil national de la science et de la recherche (composé de représentants de deux fondations chargées de répartir les fonds publics de R-D, de l'Académie autrichienne des sciences et de la Conférence des recteurs d'université) et une Conférence autrichienne de la science et de la recherche. Ce dernier organe regrouperait, outre le Conseil susdit, des représentants des syndicats, de l'industrie, de tous les ministères concernés, des Länder, et des organisations étudiantes.

Ce souci d'une représentation élargie — laquelle, pour certains critiques, conduira forcément à l'impossibilité de formuler des priorités — reflète bien l'un des principes directeurs de la politique autrichienne. Depuis 1945, en effet, celle-ci se fonde sur l'idée d'une collaboration entre partenaires sociaux (« Sozialpartnerschaft »), c'est-à-dire le développement de la politique économique sur la base d'un consensus entre le gouvernement, les employeurs et les travailleurs. C'est cette conception que l'on voit maintenant émerger dans les propositions visant à réorganiser le processus de décision en matière de science et de technologie.

Quelle que soit l'issue du débat autrichien dans l'avenir immédiat, ces propositions illustrent bien l'aspect sans doute le plus fondamental de la politique scientifique et technologique en ce début des années 80. Le processus de lente « maturation » touche à son terme et, comme autrefois les politiques économiques et sociales, la politique scientifique et technologique en vient progressivement à refléter les valeurs communes et les intérêts contradictoires qui composent le champ politique en démocratie.

Deuxième partie

L'INNOVATION TECHNIQUE ET L'ÉCONOMIE

I. L'IMPÉRATIF DE L'INNOVATION TECHNIQUE

Du point de vue des politiques gouvernementales, le soutien de l'innovation technique se pose dans des termes nouveaux en raison des changements majeurs que les économies de l'OCDE ont connus depuis le début des années 70. Les politiques en faveur de l'innovation technique ne peuvent plus être dissociées des efforts généraux de restructuration auxquels sont tenus les pays Membres, et ces efforts eux-mêmes, dont l'enjeu est l'adaptation des appareils de production, ne se comprennent que par rapport aux transformations dont le système économique international a été le théâtre.

1. *L'exigence de l'adaptation*

A la fin de la deuxième guerre mondiale et au début des années 50, les conditions pour une période d'expansion sans précédent se sont trouvées réunies : *une demande potentielle quasiment illimitée* — résultat de l'accumulation de besoins non satisfaits durant la période de crise des années 30, la période de guerre et celle de reconstruction de l'après-guerre — et *l'arrivée à maturité technique d'idées* nées avant ou pendant la guerre, et qu'il devenait possible d'incorporer dans des procédés ou produits nouveaux. Ceux-ci étaient favorablement attendus et accueillis par le consommateur final, tandis que les producteurs, attelés à la tâche de reconstruction ou de rénovation de leur appareil de production, se sont empressés de les exploiter pour répondre à cette formidable demande latente.

A cela, il faut ajouter la mise en place de politiques et d'institutions qui, après coup, apparaissent comme ayant constitué de véritables stratégies du développement : instauration au lendemain de la deuxième guerre mondiale d'un cadre international propice aux échanges, institution d'un système de paiements internationaux fondés sur des taux de change fixes mais ajustables, élaboration et adoption des principes de la Charte de la Havane suivis de l'instauration d'un système de commerce international libéral avec le GATT, régulation active des économies nationales sur la base de politiques largement inspirées par les principes keynésiens¹.

La combinaison de tous ces facteurs peut expliquer le démarrage d'une période d'essor sans précédent où, dans un premier temps, se sont simultanément développées et renouvelées des gammes de produits de secteurs anciens, conquises de nouvelles couches d'acheteurs (automobiles, appareils ménagers), tandis que naissaient de nouvelles branches industrielles (plastiques). Les politiques « scientifiques », notamment les « grands programmes », ont ultérieurement permis l'élargissement de la gamme de ces branches nouvelles (espace, électronique,

1. Voir l'Introduction du « Rapport McCracken », *Pour le plein emploi et la stabilité des prix*, OCDE, Paris, 1977.

informatique, nucléaire, etc.) et accru ainsi la part des industries dites à base scientifique — c'est-à-dire les véritables créations de l'après-guerre — dans le système productif des pays Membres.

On peut donc considérer, en gros, que le développement économique des années 50-60 a reposé notamment (et sans chercher à hiérarchiser) sur :

- l'existence, au départ, d'une importante demande potentielle, entretenue par la création de produits nouveaux, et relayée progressivement par le marché international grâce aux politiques d'ouverture des frontières ;
- une forte croissance de la productivité, due entre autres aux vagues de progrès technique introduites dans les deux principaux secteurs de l'économie : l'agriculture et l'industrie ;
- une baisse tendancielle du coût de l'énergie (découvertes et rapide mise en exploitation de nouveaux champs pétrolifères) ce qui a contribué à l'accroissement de la productivité globale ;
- un optimisme socio-économique modéré qui a stimulé les entrepreneurs et les a encouragés à prendre des risques ;
- une « légère inflation » et un bas coût du crédit qui ont permis l'investissement facile et par là, la diffusion du progrès technique ;
- un engouement général pour tout ce qui est performance technologique ;
- et enfin, *last but not least*, au niveau du consommateur final, une augmentation régulière du revenu disponible qui a permis l'absorption d'un nombre toujours plus grand de produits de plus en plus élaborés et incorporant une part croissante de valeur ajoutée.

Toutefois, derrière l'apparence d'une économie pleinement maîtrisée (la discussion portant alors non tant sur les ressorts de la croissance que sur les taux qu'il convenait d'atteindre), des transformations profondes s'opéraient qui, par leur accumulation, allaient peu à peu entraver le bon fonctionnement de la machine et affaiblir les effets des politiques qui, jusque-là, en avaient assuré la marche. En ont témoigné le « grippage » de certains des mécanismes mis en place au lendemain de la guerre ainsi que le renversement de certaines tendances.

C'est ainsi que le système de Bretton Woods, fondé sur la prééminence de l'économie américaine après la guerre, s'est révélé de plus en plus difficile à maintenir dès lors que les économies européennes et japonaises reprenaient leur essor et comblaient une partie du terrain perdu du fait de la guerre. Plus fondamentalement encore, aux besoins illimités de l'après-guerre s'est substitué, à la fin de la décennie 60, un glissement progressif de la demande qui a cessé de se porter en priorité sur les principaux biens qui avaient jusque-là assuré l'essor industriel des pays Membres ; et la vulnérabilité des sources d'approvisionnement en pétrole, comme les fluctuations brutales de son cours, ont transformé en contraintes difficilement supportables les avantages qui en avaient fait une source privilégiée d'énergie.

L'inflation à deux chiffres, la chute de la rentabilité du capital et le recul de l'investissement privé dans le secteur manufacturier sont à la fois l'une des manifestations les plus claires et l'un des éléments les plus préoccupants de la nouvelle situation. Bien plus, il s'est également révélé que les économies des pays industrialisés, exposées à des changements dans les rythmes de croissance, ne se présentaient pas également armées face à la crise. En outre, il faut désormais tenir compte de l'émergence de nouveaux pôles industriels.

Les experts discutent encore du point de savoir à quel moment il faut situer la césure. Le Groupe d'experts sur « la science et la technologie dans le nouveau contexte économique et social » suggère 1971, année au cours de laquelle fut

prise la décision de suspendre la convertibilité du dollar — mais à titre de symbole plutôt que de date-charnière car les signes avant-coureurs de la crise se seraient manifestés dès la fin des années 60². Si d'autres s'en tiennent au choc pétrolier de 1973 et à la récession qui s'en est suivie, il paraît évident que les difficultés présentes ont des sources structurelles antérieures. A partir de 1975, pour faire face aux conséquences de la crise, les politiques économiques des pays Membres ont dû s'adapter à une situation profondément changée, l'accent étant mis en priorité sur la lutte contre l'inflation.

2. *Adaptation et innovation*

Qu'elle ait conduit ou non à des politiques gouvernementales, la notion de restructuration industrielle, si importante aujourd'hui, n'a dans son principe rien de neuf : comme on l'a fait remarquer, elle a le même âge que la révolution industrielle³. Toute la période de croissance que nous avons connue dans le quart de siècle qui a suivi la fin de la deuxième guerre mondiale n'a-t-elle pas été une intense période de restructuration de l'appareil de production ? C'est là précisément que se situe le problème qui fait aujourd'hui l'objet de « politiques » spécifiques : l'appareil de production édifié après la guerre doit s'adapter, alors même que l'une des conditions essentielles pour que l'effort de restructuration s'opère au moindre coût social ne peut être remplie : une croissance forte et soutenue.

Toutefois, confrontés à un impératif commun, les pays Membres ne sont pas placés pour autant dans des situations identiques. En particulier, tous ne sont pas touchés de la même manière par les « chocs » pétroliers successifs, et les prélèvements auxquels ils ont à faire face varient en proportion de leur degré de dépendance énergétique. Le besoin de renouveler l'appareil productif rendu vulnérable, voire caduque, peut considérablement différer, tout comme la capacité du corps économique et social d'absorber les « chocs » du changement ou de créer de nouvelles activités, et ces changements se traduisent finalement par des différences dans les taux d'inflation et de chômage.

Alors que le maintien de la liberté des échanges et des mouvements de capitaux demeure l'objectif de tous les pays Membres, l'intervention gouvernementale visant à faciliter l'adaptation indispensable des appareils de production devient pour un grand nombre d'entre eux une exigence inévitable. Il est clair toutefois que les politiques d'adaptation ne sont pas neutres à l'égard de cet objectif commun ; par le fait même, elles modifient les conditions de la concurrence entre les pays Membres, d'où les « orientations générales » approuvées par le Conseil de l'OCDE réuni au niveau ministériel le 15 juin 1978 pour traiter des politiques d'ajustement positives, et la Résolution du Conseil portant création d'un programme spécial de travail pour en organiser « la surveillance collective »⁴.

C'est par rapport à cette exigence d'adaptation des appareils de production et à ce cadre des « politiques positives d'ajustement » aux nouvelles conditions

2. *Changement technique et politique économique*, OCDE, Paris, 1980.

3. François Duchêne, « Restructuration industrielle et société », *Politique étrangère*, n° 1, Paris, mars 1980, pp. 129-150. Précisons que c'est surtout une tendance européenne, mais que le mouvement semble s'étendre ; cf. « The Re-industrialisation of America », *Business Week*, 30 juin 1980.

4. *Pourquoi des politiques d'ajustement positives*, OCDE, Paris, 1979 ; Résolution du Conseil portant création d'un programme de travail spécial de l'Organisation sur les politiques d'ajustement positives, 15 juin 1979.

régnantes que l'innovation technique est appelée à jouer un rôle central : c'est vers elle que se tournent la plupart des gouvernements pour susciter les transformations nécessaires.

Il apparaît en effet clairement maintenant que la plupart des problèmes sociaux et économiques actuels ont aussi bien des implications que des racines « structurelles » à long terme. Les politiques économiques à court terme doivent être prolongées par des politiques à long terme visant à opérer des changements de structure. Le progrès technique, qui est intrinsèquement un processus à long terme, est une composante essentielle des changements de structure. C'est pourquoi « l'innovation technique, loin d'être un phénomène périphérique, est au contraire vitale pour la solution de ces problèmes et peut faciliter le recours aux politiques de régulation de la demande »⁵.

Parmi les préoccupations majeures des gouvernements de l'OCDE, il n'en est guère où ne transparaisse cette nécessité d'innover. Citons seulement quelques exemples.

Dépendance énergétique

Nulle part ailleurs que dans ce domaine le besoin d'innover n'est aussi flagrant aux yeux de tous. Tous les pays de l'OCDE sont aujourd'hui convaincus que la mise en œuvre de techniques nouvelles et améliorées pour produire, distribuer et économiser l'énergie est, à moyen et à long terme, la seule réponse valable à la crise énergétique actuelle. Le problème de l'approvisionnement en énergie offre un exemple typique de situation dont la complexité et l'urgence auraient sans doute pu être considérablement atténuées par la mise en œuvre en temps voulu d'une stratégie d'innovation à plus longue portée et de plus grande envergure.

Changements dans la structure de la demande

On constate un report progressif de la demande des biens qui ont soutenu la croissance après la deuxième guerre mondiale (notamment des biens de consommation durables) vers d'autres biens, en particulier vers les services. La baisse démographique qui affecte la plupart des pays industrialisés rend problématiques les perspectives d'un redémarrage dans ce domaine.

Compétitivité internationale

L'observation des faits a mis depuis longtemps en évidence les liens existant entre les résultats obtenus en matière d'échanges extérieurs et d'investissements à l'étranger d'une part, et d'autre part le dynamisme novateur des produits, des industries et des pays, encore qu'il soit difficile de démontrer statistiquement, à la satisfaction de tous, la nature précise de ces liens. Or, ceux-ci prennent de plus en plus d'importance à mesure que les pays de l'OCDE doivent soutenir la concurrence en mettant sur le marché des produits de haute qualité, incorporant des compétences élevées et des recherches poussées. L'innovation influencera de plus en plus la structure des courants d'échange dans l'avenir, ainsi que la position de chaque entreprise et de chaque pays dans les échanges internationaux.

En outre, l'émergence de nouveaux pays industrialisés renforce la nécessité de changements structurels : de nouveaux marchés se développent (biens d'équipement, produits de technologie avancée) et la concurrence s'accroît sur les anciens,

5. Voir *Changement technique et politique économique*, op. cit., p. 17.

parfois de manière décisive (textiles, habillement, cuirs, chaussures, chantiers navals, biens d'équipement dont la technologie est facilement maîtrisable)⁶.

Emploi et investissement

Les répercussions défavorables des techniques nouvelles sur l'emploi font périodiquement l'objet d'un débat économique qu'a relancé l'avènement de la micro-électronique, avec ses risques d'augmentation à court terme du chômage, notamment dans le secteur des services. De plus, il apparaît maintenant clairement que maintes industries de haute technologie, dans lesquelles l'emploi avait progressé plus rapidement que dans d'autres secteurs pendant les années 60, ont cessé de créer de nouveaux emplois bien que leur production ait toutes les chances de continuer à augmenter.

Il importe de bien se rendre compte que, à long terme, ce n'est pas l'excès, mais le manque d'innovation qui peut menacer l'emploi. L'innovation et le changement technique ne sont pas simplement une conséquence de l'investissement, mais ils en sont au moins autant sa cause. Le développement de produits nouveaux, l'amélioration des produits créent souvent d'importantes possibilités d'investissement et peuvent par conséquent devenir une source importante d'emplois nouveaux. De ce fait, l'innovation est un élément indispensable de la croissance économique et, partant, de nouvelles possibilités d'emploi.

Progression de la productivité

On ne peut imputer avec certitude le fléchissement que l'on constate aujourd'hui, au niveau global, dans la progression de la productivité à une baisse du taux d'innovation, ou à un ralentissement du progrès technique. Toutefois, force est de constater la relation, au plan sectoriel, entre taux d'innovation et taux de croissance de la productivité. On peut en effet démontrer que la progression de la productivité est rapide dans les secteurs où le progrès technique est rapide (grâce à la recherche ou à l'acquisition d'équipements incorporant une forte proportion de recherche), et qu'elle est lente dans les secteurs où le progrès technique est lent. De là l'importance qu'il convient d'attacher à une relance de l'innovation pour lutter contre le processus de déclin de la croissance de la productivité que l'on déplore aujourd'hui.

*
* *

La liste des problèmes évoqués ci-dessus n'est pas exhaustive et ne prétend pas présenter une hiérarchie des urgences. On pourrait tout autant citer et développer le rôle de l'innovation technologique dans des domaines tels que l'environnement ou la conservation des ressources naturelles, etc.

3. Nécessité des politiques d'innovation

Les relations entre le changement technique et l'investissement sont très étroites. Le taux d'adoption et de diffusion des procédés et techniques incorporant des équipements est déterminé dans une large mesure par le taux d'investissement. Le volume des activités qui débouchent sur la création et l'amélioration de nouvelles techniques — activités de Recherche-Développement (R-D), activités

6. *Les enjeux des transferts de technologie Nord-Sud*, OCDE, Paris, 1981.

d'ingénierie et activités commerciales qui leur sont liées — est influencé par les conditions économiques — notamment par le niveau prévisible de la demande future — exactement de la même façon que le sont les décisions d'investir.

Le changement technique n'est toutefois pas seulement une conséquence des activités d'investissement ; il en est aussi l'une des causes. C'est ainsi notamment que la proportion considérable des activités d'innovation consacrées à la création et à l'amélioration de produits entraîne souvent la création de possibilités d'investissement, et non des moindres.

On risquerait donc de se fourvoyer et de s'exposer à des mécomptes si l'on postulait que les activités liées au changement technique sont exactement les mêmes que celles liées à l'investissement et que, dès lors qu'on mène une politique d'investissement correcte, on n'a guère à se soucier du changement technique. Bien plutôt, miser sur l'innovation peut être plus fructueux pour stimuler l'investissement qu'utiliser les divers mécanismes fiscaux d'incitation de l'investissement que l'on connaît bien.

Par ailleurs, les activités étroitement liées au changement technique — notamment la Recherche, le Développement et la conception — impliquent l'utilisation d'une forte proportion de ressources humaines : travail, compétences, connaissances. La réussite, le caractère fructueux de l'innovation et de « l'apprentissage » (c'est-à-dire de l'amélioration) dépendent souvent du concours, de la convergence de compétences et de capacités différentes, voire disparates — autrement dit, du travail en commun d'équipes qui ont besoin de beaucoup de temps pour créer quelque chose. C'est pourquoi on ne peut pas laisser (et on ne laisse pas) les activités de R-D subir des fluctuations de grande amplitude sous l'influence des conditions économiques à court terme.

De plus, s'il est tentant, il est aussi simpliste — donc dangereux — de partir du principe que la technologie répond automatiquement, rapidement et efficacement aux tendances que font apparaître l'évolution de la demande et celle des coûts sur le marché. Sa réponse dépend aussi de la base de connaissances et de compétences qui lui est nécessaire, laquelle dépend à son tour de la politique mise en œuvre pour assurer le soutien et le développement d'une vaste gamme de connaissances et de compétences scientifiques et techniques⁷.

Dans le système d'économie de marché, les facteurs qui encouragent et qui récompensent le changement technique dépendent directement de ce qu'on appelle souvent « les imperfections du marché » ; notamment de la possibilité, pour ceux qui réussissent à innover, de bénéficier concrètement des avantages monopolistiques temporaires que leur valent leurs innovations. Ils tirent profit de ces avantages, tantôt parce que les entreprises concurrentes ont besoin de beaucoup de temps pour imiter efficacement les innovations, tantôt parce que le système des brevets leur confère une protection juridique. Les problèmes que soulève l'établissement d'un équilibre convenable entre, d'une part, les encouragements et récompenses de l'innovation et, d'autre part, la diffusion rapide de l'innovation et les considérations générales concernant le bien-être social, sont évidemment d'ordre politique, relevant de la compétence des pouvoirs publics.

Enfin, le changement technique est étroitement lié au changement des structures et des organisations, ainsi qu'aux compétences des hommes. L'utilisation efficace d'une technique nouvelle exige souvent que des changements soient parallèlement apportés aux dispositifs institutionnels, et l'expansion comme le

7. Voir D. Mowery et N. Rosenberg, « The Influence of Market Demand Upon Innovation: A Critical Review of Some Recent Empirical Studies », *Research Policy*, n° 8, 1979.

déclin des industries sont étroitement liés aux taux de changement technique. L'utilisation efficace d'une technique nouvelle dépend aussi des compétences et de la capacité des dirigeants, des cadres et des exécutants, notamment de leur aptitude à apprendre (c'est-à-dire à améliorer les choses) en « mettant la main à la pâte », une fois que cette technique a été introduite dans la pratique.

L'innovation technique est donc un processus éminemment complexe : œuvre collective même lorsque son support principal est l'entreprise privée, elle met en jeu de multiples agents et institutions et les éléments techniques qui la constituent ne peuvent être dissociés du tissu social dans lequel elle s'engendre et se développe. L'objet sur lequel elle débouche n'est pas seulement déterminé par son histoire et sa configuration techniques. Il fait partie d'un ensemble que soutient un système d'enseignement et de culture et il a des répercussions qui débordent le champ de la technique proprement dite.

Ainsi, si le progrès technique a joué et joue un rôle essentiel dans le développement économique, le nombre des paramètres en jeu est si important que son occurrence n'est absolument pas garantie par le seul fonctionnement des mécanismes économiques. Le progrès technique est la résultante d'une combinaison de facteurs, tant au niveau micro- que macro-économique, dont la réalisation est très largement incertaine et que peuvent stimuler, tantôt une situation de dépression, tantôt un mouvement de croissance. *Maximiser les probabilités d'occurrence des combinaisons heureuses est donc l'objectif des politiques gouvernementales en matière d'innovation.* Les interventions qu'elles comportent se situent à plusieurs niveaux et ont un horizon d'impact plus ou moins lointain.

Toute politique de l'innovation doit reconnaître et prendre en compte la complexité de ce processus. Quand on dit qu'il importe de créer un climat favorable à l'innovation technique, on présuppose qu'un certain nombre de conditions doivent être remplies pour que ce processus se déroule au mieux ; faute de remplir une de ces conditions, l'invention ou l'idée peut ne pas trouver sa sanction sur le marché. Or l'une des données de la situation actuelle est aussi que les conditions qui déterminent tant la genèse de l'innovation que sa réception par la société et sa diffusion sur le marché international deviennent toujours plus complexes.

II. LE DÉVELOPPEMENT DU POTENTIEL D'INNOVATION

Le développement du potentiel d'innovation passe par le bon fonctionnement du système de recherche scientifique et technique, mais il suppose remplies des conditions qui s'appliquent à bien d'autres secteurs que celui de la recherche. En fait, on ne peut isoler les mesures qui portent sur l'infrastructure scientifique et technique de celles qui favorisent le transfert des connaissances et leurs applications dans l'ensemble du corps social. Les mesures qui affectent la formation et l'information scientifique et technique en général ne jouent pas un rôle moins important que celles qui portent sur les structures de la recherche proprement dite, puisqu'elles déterminent le niveau de culture technique d'une société et sa capacité à produire et à assimiler les techniques nouvelles. C'est bien pourquoi le soutien de la recherche universitaire n'est qu'un aspect des problèmes que pose le développement du potentiel d'innovation.

C'est assurément un aspect essentiel si l'on a à l'esprit les fonctions qu'elle remplit pour la société et l'économie : préservation et renforcement de l'infrastructure scientifique et technique ; maintien d'une capacité à faire progresser les possibilités ouvertes par des domaines nouveaux et à encourager les idées nouvelles et les conjonctions d'idées nouvelles ; formation et production de nouvelles générations de scientifiques et d'ingénieurs ; mise en œuvre des travaux de recherche fondamentale qui seront la source des innovations à venir ; accumulation, organisation et diffusion du savoir.

A ce niveau déjà, il faut voir que le processus d'innovation est lié à un continuum des institutions, des comportements et des esprits. Pour prendre quelques exemples, la vitalité de la recherche industrielle repose sur les contributions de scientifiques et d'ingénieurs formés par l'enseignement supérieur et sur son aptitude à nouer des liens avec la recherche menée dans les universités ; la réceptivité sociale à l'innovation dépend du niveau général de compréhension de la démarche scientifique et technique ; la communauté des chercheurs universitaires joue un rôle essentiel dans la préservation des normes de qualité de l'ensemble du système de recherche.

1. *La recherche scientifique dans les universités*

Si la santé économique et le développement futur des sociétés industrialisées dépendent de leur aptitude à exploiter les possibilités que leur ouvre la recherche universitaire, c'est à condition que cette relation soit pensée dans une perspective à long terme. Le risque existe en effet qu'en concentrant l'effort scientifique sur

des besoins à court terme et des « bénéfiques » immédiats, on compromet l'éducation et la préservation d'un potentiel scientifique de base vigoureux et équilibré, garantie à la fois de possibilités nouvelles d'application et de formation du personnel hautement qualifié nécessaire pour les exploiter.

Or, la structure et le fonctionnement traditionnels des universités ont connu au cours de la dernière décennie de grands changements. « L'ère de l'abondance », caractérisée par l'expansion ininterrompue du nombre des étudiants, des enseignants et des équipements, est arrivée à son terme, et les difficultés économiques générales de ces dernières années ont encore accru les contraintes auxquelles sont soumises les institutions universitaires.

On ne peut pas parler pour autant, faute de preuves concrètes, d'un déclin des résultats ou de la qualité de la recherche : c'est l'une des conclusions auxquelles est arrivée la Réunion à haut niveau sur les fonctions de la recherche scientifique dans les universités qu'ont successivement présidée Sir Geoffrey Badger, président du Conseil de la science et de la technologie d'Australie et M. Richard C. Atkinson, directeur de la National Science Foundation des Etats-Unis (29-30 mai 1980). Il est aussi ressorti de cette réunion que certains problèmes auxquels les universités se trouvent aujourd'hui confrontées menacent de devenir plus aigus, jusqu'à compromettre la vitalité du potentiel commun de recherche scientifique, si des mesures de redressement ne sont pas trouvées et appliquées. Certains de ces problèmes, à la vérité, ne sont pas spécifiques aux seules institutions universitaires : *mutatis mutandis*, on les retrouve dans les laboratoires des organismes publics de recherche⁸.

De ce point de vue, il existe certes de grandes différences entre les pays Membres. Mais quelles que soient ces différences, cette réunion a identifié certains développements communs qui pèsent sur l'aptitude des universités à répondre aux demandes qui leur ont été faites. Comme à peu près partout dans les années 70 l'industrie a eu tendance à se détourner des recherches à long terme au profit de recherches à court terme et comportant peu de risques, l'université devrait être en mesure de jouer un plus grand rôle dans l'exploration et le développement de technologies fondamentales nouvelles ; il n'est cependant pas sûr que, dans les conditions actuelles, elle puisse prendre le relais des recherches dans lesquelles l'industrie est désormais peu encline à investir et dont pourtant dépendent les innovations radicales qui pourraient faciliter à moyen terme la lutte contre la faible croissance de la productivité, le chômage et l'inflation.

Parmi les problèmes les plus saillants que la Réunion à haut niveau a relevés, il en est de deux sortes : ceux qui intéressent le fonctionnement interne de la recherche au sein des universités, et ceux qui concernent les liens de la recherche universitaire avec l'environnement extérieur. Certains de ces problèmes tiennent essentiellement aux difficultés de financement que la situation économique générale rend, dans certains cas, dramatiques : il va de soi qu'une amélioration de cette situation permettrait de les résoudre plus aisément. Mais il en est d'autres, de caractère organisationnel et sociologique plutôt que budgétaire, qu'une simple relance des crédits ne suffirait pas à elle seule à lever ; ici, des réformes à long terme s'imposent auxquelles il convient de prêter autant d'attention qu'aux conséquences immédiates des contraintes budgétaires. Voici quelques exemples des uns et des autres sur lesquels la Réunion à haut niveau a concentré ses discussions.

8. Voir « L'état actuel des politiques de la science et de la technologie », Première partie du présent volume, pp. 13 à 61.

a) *Le déclin des inscriptions en deuxième et en troisième cycle*

Dans la mesure où les politiques en vigueur lient le financement général des universités — et par là de la recherche universitaire — aux inscriptions d'étudiants, la diminution du nombre des inscriptions dans le deuxième et le troisième cycle qui s'est produite — ou doit se produire — dans certains pays affecte non seulement le nombre des scientifiques et ingénieurs nouvellement formés, mais aussi le financement de la recherche à long terme.

b) *Le « vieillissement » de la communauté universitaire*

A une période d'accroissement rapide des effectifs d'étudiants au cours des années 60 a succédé une période de stagnation. Ce changement de tendance a rapidement entraîné une diminution, parfois un arrêt, du recrutement de nouveaux enseignants et chercheurs et, par conséquent, a interdit l'accès à la recherche de nouvelles générations de scientifiques et d'ingénieurs. La mobilité inter-institutionnelle, déjà difficile à réaliser dans certains pays, s'en est de surcroît trouvée réduite à zéro. Cette évolution n'est sans doute pas sans incidences sur la qualité et le renouvellement des recherches ainsi que sur les inscriptions d'étudiants en sciences.

c) *Le coût des équipements scientifiques*

Les instruments scientifiques deviennent de plus en plus coûteux en raison non seulement de l'inflation, mais aussi de leur « sophistication » croissante. Des techniques qui étaient naguère sujets de recherche sont devenues pratiques courantes dans de nombreux domaines scientifiques. Dans bon nombre de pays, les universités sont de moins en moins en mesure d'assurer à partir de leurs budgets de fonctionnement un fonds adéquat pour les équipements, de sorte que le renouvellement de l'infrastructure technique sur laquelle repose la science contemporaine pose de sérieux problèmes.

d) *Le personnel auxiliaire*

Les analyses en cours suggèrent qu'il y a eu dans plusieurs pays Membres une réduction significative du nombre des techniciens de laboratoire et autres personnels auxiliaires dont les activités conditionnent le bon fonctionnement des recherches. Plusieurs facteurs ont contribué à créer cette situation et d'abord, bien sûr, la réduction des crédits de recherche alors que les salaires augmentaient rapidement. Mais aussi, comme dans certains pays le nombre total des techniciens disponibles est limité, les universités se sont trouvées en concurrence avec l'industrie qui peut assurer des salaires beaucoup plus élevés. En outre, les législations sur la garantie de l'emploi ont rendu plus difficile dans certains pays le recours aux contrats de durée définie.

e) *Le phénomène de bureaucratisation*

Dans bon nombre de pays, on se plaint de l'accroissement de la paperasserie liée à la fois aux demandes plus nombreuses et au contrôle plus étroit des pouvoirs publics. Avec l'augmentation des crédits de recherche pendant les décennies 50 et 60, le nombre des organismes de recherche chargés de distribuer ces crédits s'est accru ; mais, alors que les crédits ont été réduits, la plupart de ces organismes ont conservé les comités qu'ils avaient créés. De plus, le souci plus récent de rendre plus « pertinente » la recherche scientifique a conduit à y ajouter

encore d'autres comités et mesures d'orientation (ou de contrôle). Bien des chercheurs se plaignent de ce que le volume d'effort et de temps qui doit désormais être consacré à la préparation d'une demande de crédits de recherche est disproportionné.

f) *Le conflit entre les différentes fonctions de l'université*

Dans quelques pays, on constate une tendance très nette à distinguer entre les fonctions d'enseignement et de recherche ou à spécialiser certaines universités qui, de la sorte, ne peuvent mener des recherches significatives que dans un nombre très limité de domaines. Outre le problème structurel que posent deux voies de carrière distinctes au sein de l'université (l'une pour l'enseignement et l'autre pour la recherche), on peut s'interroger sur les chances qu'ont les universités moyennes de maintenir une capacité de recherche adéquate. Au nom de l'efficacité, cette concentration de la recherche dans certaines institutions risque de transformer les autres en établissements supérieurs « de seconde zone ».

g) *Les liens entre l'université et l'industrie*

Dans la mesure où les firmes industrielles se détournent de la recherche à long terme, l'université est appelée à répondre davantage à des demandes portant sur des recherches de caractère « stratégique » dont les résultats intéressent l'industrie. Encore faut-il souligner que ce qui intéresse les industriels, ce n'est pas de voir les universités se substituer à leurs laboratoires en effectuant des recherches orientées vers des applications censées être immédiatement rentables, mais de les savoir en mesure de fournir les résultats fondamentaux pour la recherche desquels elles sont le mieux armées. Pour formuler des objectifs dans ce domaine, il convient de concevoir des mécanismes qui permettent de tenir compte à la fois des vues de la communauté scientifique et des besoins de l'industrie : de tels mécanismes n'existent pas dans la plupart des pays. Ils devraient être assez diversifiés pour tenir compte de la spécificité des besoins propres à chaque branche industrielle (par exemple machines-outils ou biotechnologie) et à certaines firmes (notamment les petites et moyennes entreprises), ainsi que des contraintes de la recherche dans les différentes disciplines.

2. *La recherche dans le secteur public*

Le secteur public utilise le quart environ de la totalité des ressources financières et des ressources en personnel mises à la disposition de la R-D. Une importante proportion des fonds qu'il dépense à ce titre est affectée à des projets spécifiques, répondant à une mission précise, dans les domaines de l'énergie, de la défense, des communications, des transports publics. Mais, dans le cadre de ces activités, et d'une manière générale, les pouvoirs publics soutiennent aussi la recherche fondamentale, souvent en finançant de grands équipements de recherche extrêmement coûteux. La recherche à long terme du secteur public n'échappe pas à certains des problèmes que rencontre la recherche universitaire, mais elle présente trois aspects particuliers qui ont des incidences importantes sur l'innovation :

a) *Adaptabilité et réorientation de la recherche publique*

La période de rigueur que traversent actuellement les budgets publics impose notamment que les dépenses publiques de recherche soient à la fois mieux adaptées à la situation et plus efficaces. On s'efforce donc de réorienter la recherche

publique vers de nouveaux utilisateurs et vers des priorités nouvelles. Cela soulève évidemment des problèmes fort délicats lorsque les établissements de recherche ont une tradition, un poids politique, une supériorité éminente et un dynamisme qui leur sont propres. Il peut être difficile, de ce fait, de réorienter effectivement les priorités. L'une des méthodes utilisées pour cela consiste à décentraliser (ou au contraire à centraliser) le processus de prise de décision concernant les priorités, et à modifier la structure de la demande dont font effectivement l'objet les résultats de la recherche publique (par exemple, en changeant la composition des comités directeurs des établissements concernés).

b) *Changement des priorités des pouvoirs publics*

L'ordre des priorités assignées par les pouvoirs publics aux différentes activités de recherche du secteur public est en pleine évolution. On met maintenant davantage l'accent sur l'utilisation ou la diffusion des résultats de la recherche publique qui peuvent accroître le taux d'innovation dans le secteur public et, si possible, dans l'industrie. En ce qui concerne la répartition entre les différents domaines, l'énergie (nucléaire, notamment) continue à recevoir une part importante et souvent croissante des fonds publics de recherche. La défense continue à bénéficier d'un soutien actif dans les pays ayant des engagements substantiels en matière de recherche dans ce domaine. A notre époque de ressources rares, certains signes indiquent que les fonds affectés à la recherche sur l'environnement ont parfois tendance à diminuer.

c) *Dépenses*

En raison de la nécessité de réorienter maintes activités, de modifier les priorités et de respecter la rigueur budgétaire, la planification à long terme de la recherche publique s'est heurtée à bon nombre des problèmes auxquels doit faire face la recherche universitaire. Cela a contribué à réduire sa souplesse, alors justement que les circonstances en exigent davantage dans l'action.

3. *La recherche industrielle*

La recherche industrielle tient une place importante dans l'organisation de la recherche scientifique et technique des pays Membres. Près de 60 % du total des dépenses de R-D sont effectuées par le secteur manufacturier. Dans certains pays, une part significative du financement est assurée par l'Etat ; dans d'autres pays, l'industrie privée finance la plus large partie des dépenses de R-D sur ses propres ressources. Dans tous les pays Membres, la recherche exécutée dans le secteur des entreprises a augmenté entre 1975 et 1977 en termes de dépenses et parfois également de chercheurs, bien que la progression des dépenses ait été, dans la plupart des pays, plus rapide que celle du nombre des chercheurs. En pourcentage de la DIRD (dépense intérieure brute de Recherche et Développement), la recherche industrielle a donc progressé dans la majorité des pays Membres, mais sans que cette progression vienne compenser certaines des tendances relevées plus haut, en particulier la lenteur de l'accroissement des débouchés pour le personnel scientifique et technique formé par l'enseignement supérieur, et le vieillissement progressif de la communauté scientifique dans son ensemble. Dans ce secteur, la question du coût de l'équipement a un peu moins d'acuité que dans les deux autres. Les gouvernements sont confrontés par contre à d'autres problèmes spécifiques très importants :

a) *Objectif à court terme et risques réduits*

Des études américaines ont montré qu'au cours de la seconde partie des années 70, la recherche industrielle a évolué dans le sens d'une préférence accordée aux programmes à court terme et d'une diminution de la part des dépenses portant sur les recherches à long terme ayant un caractère exploratoire ou touchant les connaissances fondamentales. Bien que des enquêtes récentes paraissent indiquer une certaine amélioration de la situation de ce point de vue, elles s'accordent pour constater que, dans beaucoup d'industries et de firmes, l'horizon temporel de la recherche industrielle s'est nettement rétréci sous l'effet de la crise. Parallèlement, la propension à prendre des risques s'est réduite sous l'impact, d'une part, de l'inflation et de la hausse des taux d'intérêt et, d'autre part, des réglementations gouvernementales accrues. L'importance de ces questions pour les politiques de l'innovation sera soulignée dans le chapitre suivant.

D'autres études ont mis l'accent sur le rôle accru dévolu aux départements financiers au sein de la direction des grandes entreprises, ainsi que sur certains changements intervenus dans la gestion de l'innovation technologique et dans l'organisation même de la R-D au sein des grands groupes. On assisterait en effet tout d'abord à une évolution de l'organisation de la recherche à l'intérieur des entreprises, l'accent passant des laboratoires centraux de recherche à des laboratoires « divisionnaires » de développement ; on constaterait, en second lieu, que le recours croissant à des méthodes formalisées et quantitatives de sélection des projets de R-D tendrait souvent à favoriser les projets à plus court terme.

b) *Grandes et petites entreprises*

Dans tous les pays Membres pour lesquels on dispose de statistiques, on constate un degré élevé de concentration de la R-D industrielle. Aux Etats-Unis, la NSF a montré qu'en 1976 comme en 1978, 20 entreprises ont assuré 53 % des dépenses globales de R-D, et 4 entreprises 20 % du total à elles seules. Dans la plupart des branches industrielles, plus de la moitié des dépenses sont assurées par les quatre plus grandes firmes de la branche. Ainsi que le note la NSF : « à ce degré de concentration les activités de R-D d'une seule entreprise peuvent avoir un effet significatif sur l'effort global de R-D industrielle »⁹. Cette situation n'est pas propre aux Etats-Unis. Des taux de concentration semblables existent dans l'ensemble des plus importants pays Membres en matière de R-D industrielle.

C'est par rapport à cette situation qu'il faut situer la préoccupation de nombreux pays Membres de combattre les tendances à l'oligopolisation croissante de l'économie et de trouver l'équilibre le plus juste entre la concentration et la concurrence. On s'efforce en particulier d'améliorer les capacités d'innovation des petites entreprises et, dans la plupart des pays Membres, depuis sept ou huit ans, sont élaborés et mis en œuvre des programmes conçus à cette fin, en particulier pour les petites entreprises à « haute technologie ».

Les petites entreprises et les inventeurs individuels ont pris une part prépondérante dans les inventions qui ont nourri l'expansion des sociétés industrielles. Les unes et les autres continuent d'y jouer un rôle et on comprend que les gouvernements se préoccupent de les y aider. Depuis la fin de la deuxième guerre mondiale cependant, les conditions de l'invention et de l'innovation se sont considérablement transformées, et avec elles le partage au sein du tissu industriel des entreprises de différentes dimensions, avec des pouvoirs industriel et financier très inégaux.

9. *Science Indicators - 1976*, NSF, Washington, D.C., 1977, pp. 103-104 et *1978*, NSF, Washington, D.C., 1979, p. 82.

La situation varie considérablement d'industrie à industrie. Dans certaines branches, il est encore possible pour des petites et moyennes entreprises de faire face à la concurrence par une recherche systématique de créneaux, soit en réponse à des changements techniques radicaux introduits par les grandes firmes (ainsi pour les instruments de mesure), soit en exploitant les percées prometteuses de centres de recherche privés, universitaires ou publics.

Dans la catégorie des industries en émergence, caractérisées par l'application immédiate de découvertes pour des productions tout à fait nouvelles mais très incertaines, les petites entreprises tirent parti de leur souplesse et de leur rapidité d'intervention (parfois avec le soutien plus ou moins actif des grands groupes) comme des explorateurs avancés aux frontières du développement technologique. L'expérience montre cependant que ces petites entreprises se créent souvent à partir de retombées (« spin-off ») de plus grandes (ainsi dans l'électronique des années 50 et 60), ou vivent des contrats qu'elles passent avec les grands groupes dont elles sont parfois les filiales (ainsi, de nos jours, l'ingénierie génétique).

Dans d'autres industries enfin, une part non négligeable de l'activité industrielle est assurée dans le cadre de relations de sous-traitance, depuis des productions de masse (automobiles) jusqu'à la réalisation de grands projets (nucléaires par exemple) : grandes firmes et PME s'y partagent respectivement des tâches de conception et d'exécution sous l'autorité des premières. Les politiques gouvernementales d'aide à l'innovation dans les petites entreprises paraissent devoir tenir compte de ces différents cas de figure pour atteindre leur pleine efficacité.

c) Problèmes spécifiques posés par les entreprises multinationales

L'essor des entreprises multinationales (EMN), leur déploiement mondial et leur impact sur toutes les sphères d'activité économique constituent l'un des développements économiques et sociaux les plus significatifs de la dernière décennie. Il y a un lien étroit entre le rôle croissant de ces entreprises et certaines tendances de l'évolution de l'économie mondiale, notamment le caractère international de la science et d'une grande partie de la technologie, et surtout le caractère international toujours plus marqué de la production industrielle, de la distribution et des marchés. Dans de nombreuses industries, les EMN sont les principaux producteurs d'une partie importante, ou très importante, des technologies nouvelles offertes sur le marché, ainsi que d'une fraction des connaissances scientifiques fondamentales à partir desquelles celles-ci sont développées. Il y a là l'esquisse d'un « potentiel scientifique et technique à l'échelle mondiale » qui est la source d'un grand nombre d'innovations techniques importantes.

Dans l'immédiat cependant, les modalités spécifiques de déploiement international des activités scientifiques et techniques poursuivies par les entreprises multinationales peuvent poser un certain nombre de problèmes aux gouvernements soucieux de préserver et de développer le potentiel d'innovation de leurs pays. Des études montrent en effet que toute la recherche fondamentale et la partie la plus importante de la recherche appliquée des EMN sont implantées dans le pays d'origine (éventuellement dans un ou, plus exceptionnellement, dans deux autres pays hautement industrialisés choisis pour leur marché, d'un niveau de développement comparable, et pour leur communauté scientifique importante). Dans l'ensemble des autres pays hôtes, les activités de R-D des EMN ont presque toutes sans exception un champ d'application beaucoup plus limité : elles se réduisent le plus souvent à des travaux de soutien et à un minimum de recherche appliquée dont l'objet est surtout d'adapter les produits aux besoins locaux ou de satisfaire aux législations et aux réglementations nationales. Leur contribution au potentiel d'innovation national est donc très limitée.

Font exception à cette règle quelques entreprises, appartenant toutes à l'électronique et à l'informatique, qui ont une assise scientifique et technique mondiale. Celles-ci déploient leurs activités de recherche en direction des pays pourvus de communautés scientifiques importantes et d'une infrastructure scientifique d'un niveau élevé. Ce déploiement assure à ces entreprises l'accès aux communautés scientifiques nationales et leur permet de centraliser à une échelle mondiale les résultats de la recherche fondamentale. Dans de nombreuses autres industries en revanche, la création de services de R-D à l'étranger ne s'inscrit généralement pas dans le déroulement normal de l'activité des EMN.

Ce phénomène de « multinationalisation » de la recherche s'étend d'ailleurs aujourd'hui aux petits et moyens pays qui ont été eux-mêmes le foyer d'origine d'une ou plusieurs EMN. En effet, les grandes entreprises de ces pays tendent de plus en plus à transférer leurs activités de recherche à l'étranger, la proximité de marchés importants et le niveau scientifique élevé des pays d'accueil expliquant ces politiques de délocalisation. Un nombre grandissant de gouvernements peuvent se trouver ainsi confrontés au problème de la répartition inégale des potentiels d'innovation au plan international.

4. *La formation et la promotion des innovateurs*

Nous avons jusqu'ici beaucoup insisté sur l'importance de la recherche comme base du potentiel d'innovation d'un pays, mais le chercheur n'est encore qu'un acteur parmi d'autres dans le processus d'innovation, et la connaissance scientifique — si essentielle qu'elle soit — ne garantit d'aucune façon par elle-même le succès de ce processus. En réalité, les qualités qui définissent l'innovateur peuvent n'avoir rien de commun avec celles qui définissent un bon chercheur dans un laboratoire, et l'innovation peut se décider dans des régions d'activité qui ne doivent rien à la recherche.

Les débats de la Réunion à haut niveau sur la politique d'innovation présidée par M. Van Trier, ministre de la Politique scientifique des Pays-Bas (17-18 juin 1980), ont insisté sur les fondements culturels et institutionnels où s'enracinent les facultés de création et d'adaptation des sociétés. C'est dire que certains éléments des politiques d'innovation — ceux qui touchent à l'enseignement en général et à la formation technique en particulier — doivent aussi avoir en vue la possibilité d'infléchir les conduites et attitudes qui s'opposent à la créativité des individus et des institutions. On sait qu'au niveau des entreprises des formules ont été conçues à cette fin, mais le problème est plus général.

Il est évident qu'à tous les niveaux des systèmes éducatifs, on doit se soucier de faciliter l'expression de la créativité, la familiarité avec les réalités techniques, l'ouverture au risque. Au-delà du système d'enseignement, il s'agit de reconnaître le poids des attitudes qui s'opposent à l'esprit d'innovation et de ne pas détourner les talents des carrières où ils pourront exercer leurs qualités créatrices. Le rôle et le statut des ingénieurs sont, à cet égard, particulièrement importants. Au sein des entreprises, comme au sein de la société dans son ensemble, les ingénieurs sont, sinon les agents directs, du moins les courroies de transmission de l'innovation technique, et c'est en veillant à reconnaître (et à faire reconnaître) la spécificité des fonctions qu'ils exercent dans un système économique et social si dépendant de leurs activités qu'on se donne les chances de disposer d'un encadrement porteur d'innovations. Tout comme l'enseignement peut aider à renforcer les qualités qui définissent l'innovateur, le statut et le rôle de l'ingénieur conditionnent la capacité qu'a la société de comprendre, de maîtriser et de changer son environnement technique. Au niveau des entreprises, il est important de

veiller à assurer la promotion aux postes de responsabilité d'hommes dont la formation ne les conduit pas à privilégier la rentabilité à court terme.

En outre, dans la plupart des pays, les rôles respectifs des scientifiques et des ingénieurs se recouvrent, et de manière croissante. On peut dire que les ingénieurs ont un rôle spécial à jouer dans le processus d'innovation. L'ingénierie influence l'activité de tous les secteurs de l'économie par l'intermédiaire des produits manufacturés et des services. Les techniques futures et leurs applications impliquent que l'on fasse toujours plus appel aux ingénieurs dans les nouveaux développements de secteurs tels que les communications, les transports, les produits et procédés nouveaux, et pour la solution de problèmes mondiaux comme celui de l'alimentation, l'offre de matériaux, la conservation et la production de l'énergie. La réponse à ces développements, qui offrent des occasions sans précédent pour le renouveau économique et la croissance, exige un corps d'ingénieurs capables de percevoir de manière parfaite les besoins du marché, de les interpréter et d'utiliser les connaissances et les technologies les meilleures pour les traduire en produits et services à valeur ajoutée élevée et recherchés par la clientèle mondiale¹⁰.

Il convient donc de faire en sorte que les ingénieurs soient à même de relever ce type de nouveaux défis. Cela exige que dans toutes les ramifications de la société on reconnaisse l'importance de l'industrie manufacturière et le rôle crucial de l'ingénierie à toutes les étapes des processus industriels et d'innovation. Une telle reconnaissance devrait encourager un nombre suffisant de vocations à la profession d'ingénieur et à promouvoir les écoles d'ingénieur ainsi qu'une formation attentive aux besoins de l'industrie ; elle devrait aussi aider à susciter un climat dans lequel les ingénieurs puissent exercer leur rôle de la manière la plus efficace. Enfin, il appartient aux ingénieurs de s'assurer qu'ils sont effectivement impliqués dans le processus d'innovation et — qu'ils soient dans l'industrie ou dans l'université — de collaborer étroitement pour que les connaissances et idées soient mises à jour, échangées et pleinement exploitées.

Tous ces éléments, qu'il serait trop long de développer ici, retiennent de plus en plus l'attention des responsables des politiques de l'innovation, notamment dans des pays aussi différents que la France, l'Allemagne, le Japon et les Pays-Bas, et constituent des données importantes qui conditionnent finalement l'efficacité des mesures de stimulation de type « classique ».

5. *Diffusion et transfert de la technologie*

On sait que le développement technologique s'effectue en général par cercles concentriques à partir de certains secteurs qui, pour un temps et pour certaines industries, jouent un rôle de foyer de diffusion des nouvelles techniques. Ainsi, aux phases de percées technologiques réalisées dans certains secteurs avancés succèdent des phases de diffusion durant lesquelles les nouvelles technologies fécondent progressivement un nombre croissant d'industries. Nous vivons précisément une de ces périodes de diffusion. La micro-électronique, les matériaux nouveaux d'une exceptionnelle variété, la télématique et d'autres développements issus des grands programmes des années 60 et 70 renouvellent aujourd'hui nombre d'activités industrielles et de services. Beaucoup d'innovations consistent aujourd'hui en l'adaptation et la combinaison de ces nouvelles technologies : ainsi le microprocesseur renouvelle le jouet et la machine-outil ; le graphite, la lance du métier à tisser ; les fibres optiques, les télécommunications ; et demain les combinaisons génétiques amélioreront les productions céréalières, etc.

10. *Engineering our Future*, Report of the Committee of Inquiry into the Engineering Profession présidé par Sir Montague Finniston FRS, HMSO, Londres.

Nous disposons d'exemples nombreux qui montrent le rapport étroit existant entre la croissance de la productivité nationale ou sectorielle et la rapidité de la diffusion de la technologie (par exemple, le cas du Japon et des secteurs ouverts à la révolution du microprocesseur). A contrario, certaines industries traditionnelles comme celle de la chaussure illustrent les difficultés d'un secteur relativement imperméable aux nouvelles technologies. C'est dire l'importance qui s'attache à cette notion. Toutefois, qu'il y ait corrélation n'indique pas le sens que l'on peut attribuer à la causalité.

Si la croissance accompagne en général la diffusion de la technologie, cette dernière ne peut s'accomplir à un rythme satisfaisant si les nouvelles techniques se heurtent à l'hostilité des travailleurs dont les qualifications se trouvent brutalement dévalorisées. De là la nécessité de prendre des dispositions pour éviter que se développe un mouvement d'hostilité à l'égard du progrès technique, à l'instar des révoltes ouvrières contre le machinisme qu'ont connues au XIX^e siècle les pays engagés dans la voie de l'industrialisation. La menace est d'autant plus forte que le ralentissement de la croissance a fait disparaître les capacités d'amortissement des « chocs technologiques » dont disposaient nos économies ces vingt dernières années, et que tout dégageant d'effectifs dû au progrès technique viendrait s'ajouter à des taux de chômage déjà difficilement supportables. Cela implique donc une attention renouvelée de la part des gouvernements aux différents problèmes soulevés par la diffusion de la technologie et ses incidences¹¹.

L'accueil réservé aux nouvelles technologies est conditionné par le développement dans l'industrie et dans la société de connaissances et de compétences techniques qui permettent d'en saisir la nature, de comprendre leurs implications pour la rénovation de secteurs anciens ou la création d'activités nouvelles, et donc de les adopter avec succès. Cette « culture technique » est complémentaire en quelque sorte de la recherche et est aussi essentielle au progrès technique puisque c'est elle finalement qui détermine l'étendue de sa diffusion. Tous les acteurs de la vie industrielle sont concernés : les petites entreprises, nombreuses en particulier dans les secteurs traditionnels appelés à renouveler leurs outils de production et leurs fabrications pour faire face à la concurrence des pays neufs, comme les grandes entreprises qui opèrent dans des secteurs consolidés (l'automobile, par exemple) et dont les gains de productivité et l'adaptation de leurs gammes de produits procèdent en grande partie de l'incorporation des nouvelles technologies.

Les mesures que les gouvernements peuvent prendre pour faciliter la diffusion de la technologie entrent très naturellement dans le champ de leurs prérogatives et de leurs responsabilités. Elles concernent notamment la formation technique et le recyclage des travailleurs, l'information scientifique et technique et l'établissement de réseaux d'assistance technique. A l'évidence, les pouvoirs publics ne sont pas seuls concernés : les entreprises, et notamment les grandes, ont des responsabilités à l'égard de la formation de leurs personnels, de même que les syndicats patronaux et professionnels.

Enfin, l'adaptation et le transfert des technologies impliquent des efforts de R-D. S'ils ne sont pas nécessairement d'une ampleur considérable, ils sont toutefois malaisés à mettre en œuvre car ils requièrent l'établissement d'un pont entre les industries, sources des technologies nouvelles, et les destinataires. La différence des arrière-plans techniques et industriels n'est pas la moindre source

11. Pour de plus amples développements, voir « Science, technologie et société dans les années 80 », Troisième partie du présent volume, pp. 93 à 137.

d'obstacles ; on ne la surmonte pas toujours en temps utile, ce qui n'est pas sans conséquence pour des industries tout entières : exemple des industries horlogères européennes face aux révolutions micro-électroniques.

L'effort de transfert ne saurait pas non plus se borner au territoire national. Aujourd'hui, aucun pays si puissant soit-il ne peut être auto-suffisant en matière de technologie. Moins encore que par le passé le chauvinisme technologique n'est possible, sauf à encourir des pertes économiques sévères. Il en découle qu'à l'avenir les transferts internationaux de technologie devraient voir croître leur importance, et que les entreprises devront de plus en plus être capables tout à la fois d'identifier les meilleures sources de technologie et d'exporter leur propre savoir-faire.

III. LES POLITIQUES D'INNOVATION ET LEURS PROBLÈMES

L'efficacité des politiques gouvernementales d'innovation dépend à chaque moment de la gamme et de la souplesse d'application des instruments sur lesquels ces politiques peuvent prendre appui, et des moyens financiers dont les administrations disposent pour les mettre en œuvre là où c'est nécessaire. Mais cette efficacité dépend aussi de l'adéquation des mesures adaptées à la nature et à l'ampleur des problèmes auxquels les entreprises se heurtent quotidiennement.

L'appréciation de la situation d'ensemble conduit cependant à poser la question suivante : face aux nouvelles conditions économiques régnantes, l'approche « traditionnelle » en matière de politique d'innovation est-elle apte à écarter les obstacles qui s'accumulent sur le chemin du progrès technique (le principal étant précisément la menace d'une diminution de la propension à innover de la part des entreprises) ?

Le chevauchement des problèmes spécifiques sur le fond d'une situation économique commune rend malaisées les classifications simples. On tentera néanmoins de distinguer les problèmes liés à la situation économique d'ensemble (sur lesquels des politiques d'innovation n'ont pas de prise immédiate) de ceux qui sont du ressort direct de ces politiques.

1. *Les problèmes d'ensemble*

Le contexte général défini plus haut est celui d'une situation où les risques et obstacles à l'innovation se sont considérablement accrus. Aux risques inhérents à toute activité novatrice est venue s'ajouter une série de facteurs propres à accroître l'incertitude et à réduire la propension à innover dans la direction qui fait actuellement le plus défaut, c'est-à-dire dans des produits à forte proportion de nouveauté débouchant sur des emplois nouveaux (par la création de capacités de production). L'accroissement des risques tient évidemment aux conditions économiques générales actuelles. Certains facteurs spécifiques méritent cependant d'être mentionnés, en particulier :

a) *Les conditions financières du moment*

Celles-ci sont liées, bien sûr, à la situation économique générale, et leur effet négatif sur l'innovation doit être souligné. En particulier, le niveau très élevé des taux d'intérêt, qui menace de durer, constitue un facteur de dissuasion de toute activité à long terme, notamment de l'innovation. La réticence des banques à accorder des crédits pour des projets risqués s'en trouve évidemment accrue, notamment pour les petites et moyennes entreprises. Mais la hausse du prix de l'argent à long terme a également une incidence sur les entreprises qui peuvent

avoir plus facilement accès au système bancaire, notamment sur leur politique vis-à-vis de l'innovation : ou elles préfèrent consacrer leurs actifs à la réalisation de profits spéculatifs sûrs, ou elles renoncent à entreprendre des projets à rentabilité éloignée, ou encore elles se voient contraintes de programmer sur une plus longue période la réalisation des innovations projetées de façon à limiter les charges financières.

b) *L'offre de technologies*

Le stock d'innovations facilement exploitables s'est en partie raréfié. « L'écart technologique » qui séparait dans de nombreuses branches les industries américaines des industries concurrentes (européennes ou japonaises) s'est rétréci et souvent même a disparu. La stratégie du « rattrapage », avec toutes les facilités qu'elle procure aux nouveaux arrivants, doit céder le pas à une stratégie de l'exploration de domaines inconnus, beaucoup plus coûteuse et aléatoire, ce qui se traduit par une démarche prudente et par de complexes montages technologico-financiers de la part des entreprises pour répartir les risques, concentrer les ressources et lancer les produits sur un plus grand nombre de marchés.

Il faut ajouter à cela la réticence ou l'opposition dont la technologie est parfois l'objet dans certains milieux. Dans ces milieux, elle est même perçue comme menaçante : menaces des industries chimique et nucléaire sur l'environnement, des biotechnologies sur la santé, de la télématique sur l'emploi, etc. L'entrepreneur dont l'innovation est vue comme menaçante risque ainsi de la voir se heurter à l'opposition et au rejet ou tomber sous le coup d'une réglementation restrictive.

2. *Les difficultés spécifiques*

L'analyse des dispositifs mis en œuvre par les gouvernements pour stimuler l'innovation met en évidence qu'ils se sont raffinés en étendue ces dernières années. Leurs résultats apparaissent néanmoins limités et un effort supplémentaire est nécessaire pour évaluer leur efficacité. Il ne s'agit pas seulement de mieux comprendre le problème de l'innovation ; cela reflète aussi le caractère ardu des difficultés auxquelles se heurtent la conception et l'application d'instruments adéquats. La Réunion à haut niveau sur la politique d'innovation a été l'occasion de prendre la mesure de certaines des questions que se posent les responsables dans ce domaine. Il en est cependant d'autres qui ressortent d'études menées par différents pays Membres et par le CPST, qu'il est important de rappeler ici.

Avant d'évoquer brièvement les problèmes posés par les champs d'action des politiques d'innovation, il convient de mentionner l'importance qu'attachent la plupart des pays Membres au développement de l'innovation dans les petites et moyennes entreprises. Celles-ci se situent dans toutes les branches d'activité, et les mesures prises en leur faveur visent à la fois à généraliser dans l'ensemble de l'économie l'utilisation des techniques nouvelles et à soutenir les nouvelles entreprises à haute technicité situées dans des secteurs de pointe. Les politiques mises en œuvre et qui se sont largement développées ces dernières années dans la plupart des pays Membres prennent en compte leurs handicaps et leurs problèmes particuliers ; elles ont cherché notamment à leur ménager un accès plus aisé et plus équitable aux aides publiques (en établissant éventuellement des aides spécifiques à leur intention) et aux services techniques et de recherche¹².

12. Pour plus de détails se reporter au rapport du Groupe ad hoc sur l'Innovation dans les petites et moyennes entreprises : *L'innovation dans les petites et moyennes entreprises*, OCDE, Paris (à paraître).

a) *L'étendue et le chevauchement des champs d'action*

Préoccupées des connaissances de pointe comme des savoir-faire les plus élémentaires, concernées par la mise en communication d'agents très différents, les politiques d'innovation sont nécessairement tenues d'intervenir dans un champ dont les limites ne sont pas aisées à définir. Il n'existe pas de formules toutes faites ni surtout univoques. De fait, presque aucun des territoires traditionnels de l'administration publique ne semble y échapper : éducation, recherche, finances, réglementation de la concurrence, etc. Il s'agit dès lors non pas de remettre en cause des structures, mais d'ajuster ou d'infléchir certaines procédures. Les démarches se trouvent d'autant plus compliquées que la mise en œuvre d'une seule mesure réclame souvent une coordination judicieuse entre plusieurs ministères ou agences. Il est clair en tout cas que les politiques de l'innovation ne se confondent pas plus avec les politiques industrielles qu'avec les politiques de la science proprement dites. Elles peuvent être affectées d'autre part, de façon négative comme de façon positive, par la nature des instruments choisis pour la mise en œuvre de politiques conjoncturelles. Ainsi qu'on le soulignera plus loin elles ne sont plus concevables réellement en dehors d'une coordination étroite entre politiques économiques et politiques technologiques.

b) *L'équilibre entre la concurrence et le monopole*

Les pouvoirs publics interviennent dans le fonctionnement des mécanismes du marché afin de promouvoir l'innovation industrielle, aussi bien en restreignant la concurrence dans certaines circonstances précises qu'en l'accentuant dans d'autres. L'augmentation du coût des techniques nouvelles, les incertitudes, l'impossibilité pour les novateurs de bénéficier de tous les fruits des investissements dans les techniques nouvelles qu'ils ont mises au point, tous ces facteurs sont pour les pouvoirs publics autant d'incitations à intervenir en utilisant des moyens qui aboutissent à créer des monopoles de différentes sortes (temporaires ou permanents). Or, l'expérience montre et l'analyse démontre que les monopoles, comme les oligopoles très structurés et très rigides, peuvent avoir des effets négatifs sur le taux et l'orientation de l'innovation industrielle.

i) *La législation sur les brevets*

Le brevet est généralement considéré comme un moyen indispensable pour promouvoir l'innovation. Si l'on n'accorde pas de monopole temporaire à l'entreprise qui a réalisé une invention, ses imitateurs réussiront à la commercialiser moyennant des coûts moindres que ceux de l'inventeur ou de l'innovateur initial. Le régime des brevets et licences a pour but d'accroître le rendement des investissements dans des techniques nouvelles en permettant à l'entreprise (ou aux entreprises) qui innove(nt) d'exploiter de façon monopolistique la demande dont ces techniques font l'objet. Le monopole est généralement de durée limitée.

S'il protège les innovateurs, le système des brevets peut aussi engendrer des coûts sociaux car il permet de fixer de façon monopolistique le prix des inventions brevetées et il restreint leur utilisation dans l'espace et dans le temps. D'un autre côté, il conduit à faire connaître de nouvelles inventions qui seraient peut-être autrement demeurées des secrets industriels.

Bien que l'existence de la protection juridique des brevets puisse être une puissante incitation à innover, elle est parfois moins bien adaptée à la stratégie de certains secteurs ou de certaines firmes, et elle peut ne pas être utilisée par des

inventeurs ou des petites firmes en raison de son coût ou d'autres facteurs. C'est pourquoi les problèmes des inventeurs individuels et des petites entreprises bénéficient d'un regain d'intérêt et certains pays Membres ont pris des dispositions spéciales en leur faveur.

ii) *La législation anti-trust*

On s'accorde aujourd'hui généralement à considérer que, lorsque la mise au point et la commercialisation de techniques nouvelles comportent d'importantes économies d'échelle, il convient d'appliquer judicieusement la législation anti-trust. En revanche, certaines considérations générales relativement impérieuses inclinent à penser que la position monopolistique dont jouissent des entreprises, quelle qu'en soit la raison, ne devrait pas être trop absolue, et que dans la pratique la législation anti-trust pourrait être considérée par les gouvernements comme un instrument de la politique d'innovation. L'innovation technique étant à la fois coûteuse et incertaine dans ses applications, une entreprise qui jouit d'une forte position monopolistique peut n'être guère incitée à se lancer dans des investissements aux résultats aléatoires. Lorsqu'une entreprise investit dans des techniques nouvelles, elle est essentiellement motivée par deux raisons. La première est de créer sur le marché des enclaves monopolistiques dans lesquelles elle pourra, du moins pendant un certain temps, être abritée des rigueurs de la concurrence et réaliser un taux de profit supérieur à la normale. La seconde est d'éviter de prendre du retard sur ses concurrents dans le développement de techniques nouvelles. Ces deux raisons impliquent qu'il existe sur le marché une concurrence active, ou du moins suffisante, pour que même les entreprises qui ont réussi à se tailler un monopole technique soient exposées au risque de le perdre au profit de leurs concurrents¹³.

Il est à la fois difficile en théorie et délicat dans la pratique de mettre en œuvre la législation et la réglementation anti-trust de façon qu'elles aient des effets « dynamiques ». Il faut pour cela tenir compte pleinement de toutes les contraintes qui peuvent influencer le comportement novateur des entreprises placées dans des conditions différentes. L'application stricte de la législation et de la réglementation peut entraver, voire empêcher, le lancement de projets de R-D ou de projets technologiques ; elle peut, de ce fait, devenir stérilisante. C'est pourquoi dans certains pays tels que les Etats-Unis, des observateurs ont préconisé que, dans l'application de la législation anti-trust, on prenne en considération plutôt le caractère performant des entreprises que la place qu'elles occupent sur le marché¹⁴.

c) *La détermination du champ des réglementations publiques*

Les réglementations publiques peuvent, dans une certaine mesure, faciliter le processus d'innovation en fixant des normes bien définies dans des domaines touchant notamment à la santé, à la sécurité, à la protection de l'environnement, etc. Mais elles peuvent aussi retarder l'utilisation de nouveaux produits et procédés si elles prévoient des procédures trop longues, trop coûteuses, incohérentes ou non satisfaisantes pour toute autre raison. Les pays Membres ont essayé de réduire et de supprimer certaines des contradictions résultant des législations adoptées pendant les années 70. C'est là un sujet où il est difficile de trancher

13. Ces arguments ont été avancés par un certain nombre d'auteurs, mais de la façon la plus convaincante, semble-t-il, par Burton Klein dans *Dynamic Economics*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1977.

14. Voir B. Klein, *The Slow Down in Productivity Advances, A Dynamic Explanation*, MIT, Center for Policy Alternatives, Boston, 1979.

dans l'état actuel de notre expérience : il n'est pas démontré que les règlements aient des effets fatalement négatifs sur l'innovation. En tout état de cause, l'extension du champ couvert par la réglementation ajoute au climat actuel d'incertitude dont on sait l'influence dissuasive sur la propension des firmes à innover.

d) *Le dosage des modalités de financement*

Les traditions historiques, le contexte institutionnel propres à chaque pays influencent les dosages entre les soutiens directs et indirects que chacun accorde aux activités novatrices, notamment à la Recherche-Développement industrielle. L'examen des politiques met en évidence que ces dosages ne sont pas aisés. Ainsi, les gouvernements s'intéressent plus que jamais :

- à l'équilibre qu'il convient d'établir entre la part du financement qui revient à l'aide directe et celle qui doit ressortir des mesures de caractère fiscal ;
- à la sélection des bénéficiaires de ces aides : faut-il les attribuer à des technologies spécifiques ou « génériques » ? ;
- au moment où il convient d'accorder ces aides et à celui où il convient d'y mettre un terme ;
- aux mécanismes que l'on peut mettre en œuvre pour que les aides parviennent réellement aux destinataires choisis et non à ceux qui sont les plus aptes à se mouvoir dans les labyrinthes administratifs ; à cet égard, des procédures de décentralisation et de simplification ont facilité l'accès des PME à l'aide publique ;
- aux mesures de stimulation du capital-risque ; ici la question se pose de savoir si et quand il est opportun que les pouvoirs publics se substituent à l'épargne privée, autrefois un des principaux moteurs de l'innovation.

e) *Les incitations fiscales*

Les mesures d'incitation fiscale et autres formes d'encouragement financier non sélectif, telles que les crédits d'impôt au titre de la R-D et les provisions pour investissement, ont été largement utilisées. Ces mesures d'incitation peuvent agir sur les activités d'innovation, non seulement de façon directe lorsqu'elles portent spécifiquement sur les dépenses de R-D, mais aussi de façon indirecte lorsqu'elles visent d'autres formes d'investissements productifs (en créant des demandes aux industries de biens d'équipement et de construction) et lorsqu'elles sont applicables aux activités de formation (en favorisant l'apparition d'une main-d'œuvre plus qualifiée et plus novatrice). Des facilités sont ainsi accordées pour les reportes des déficits d'exploitation sur les exercices ultérieurs (ce qui est particulièrement utile aux jeunes entreprises).

Il y a, semble-t-il, une inclination générale à accroître et à diversifier ces formes incitatives depuis quelques années. Néanmoins, l'usage des incitations fiscales est discuté. On a fait valoir, par exemple, qu'elles favorisent certaines formes d'investissement au détriment d'autres ; elles peuvent en outre favoriser davantage les activités déjà financièrement saines que celles qui sont nouvelles et prometteuses. C'est toutefois la formule que pouvoirs publics et milieux d'affaires préfèrent le plus souvent.

f) *La fourniture de capital à risque*

L'absence de capital à risque à l'endroit et au moment voulus apparaît souvent comme constituant un obstacle à l'apparition et à l'expansion de nouvelles activités et de nouvelles entreprises novatrices. Les organismes financiers peuvent

éprouver des difficultés, faute d'avoir les éléments d'appréciation technique nécessaires, à évaluer l'intérêt de nouvelles activités, ou bien être limités dans leurs possibilités de prêt par des contraintes de nature institutionnelle (portant notamment sur les garanties), ou bien encore ne pas être connus des innovateurs. Ces intermédiaires financiers (tels que les caisses de retraite) détenant une part de plus en plus importante de l'épargne globale, les gouvernements ont décidé d'intervenir pour accroître la disponibilité du capital à risque.

Ces interventions peuvent prendre la forme de prêts consentis par des établissements publics de crédit spécialisés, de garanties accordées aux prêteurs privés, de participations directes en capital du secteur public, ou d'une combinaison de ces différentes formules.

Cette participation du secteur public au financement de l'innovation peut jouer un rôle décisif, mais elle exige à la fois un choix judicieux des activités méritant d'être soutenues et la prise de conscience du fait que l'opinion publique risque de porter par la suite des jugements critiques sur les décisions prises en fonction des résultats obtenus. Une autre difficulté tient à la distinction qui doit être faite entre, d'une part, les activités qui peuvent avoir une faible rentabilité pour l'innovateur, mais d'importantes retombées pour la collectivité et, d'autre part, celles qui peuvent en elles-mêmes être lucratives pour l'innovateur mais qui n'attirent pas les capitaux du fait des imperfections du marché ou de l'ignorance des milieux intéressés.

g) *Marchés d'Etat et retombées technologiques*

Plus que jamais les gouvernements se soucient d'amplifier les retombées des grands marchés technologiques qu'ils sont conduits à passer dans le cadre de leurs programmes militaires ou civils. En particulier, l'organisation du transfert de technologie a été étudiée avec soin par la NASA aux Etats-Unis, plus récemment par l'Agence spatiale européenne, et une série de mesures a été proposée pour améliorer et accroître le flux des technologies transférées vers l'industrie. Les retombées ne sont pas un phénomène nouveau, mais elles sont devenues un objectif plus proéminent des politiques nationales d'innovation. Certains considèrent qu'il y a un écart croissant entre le coût et le degré de « sophistication » des technologies que l'on met au point dans ces grands programmes et la capacité (économique et technologique) des entreprises à en tirer parti pour des innovations diffusables dans le secteur civil.

En tout état de cause, comme l'expérience le montre, ces retombées ont fréquemment pour « vecteurs » des hommes (chercheurs, ingénieurs, cadres commerciaux) qui ont été associés de près à la réalisation de ces grands programmes dans des laboratoires universitaires, publics ou industriels. C'est pourquoi certains pays se préoccupent des obstacles de caractère financier, institutionnel ou autre qui empêchent l'essaimage d'entreprises nouvelles à partir de ces laboratoires.

h) *Les services d'information, d'assistance et de recherche technique*

Le développement de ces services — qui intéressent tout particulièrement des PME — a fait l'objet ces dernières années d'une attention renouvelée de la part de nombreux gouvernements. Des programmes d'une ampleur non négligeable ont favorisé l'instauration d'agences nationales et régionales d'information scientifique et technique, la dissémination de centres d'assistance technique et de recherche en coopération, la mobilisation de réseaux de conseils privés. Ces programmes sont en général financés en partie par l'Etat, en réponse à des initiatives provenant des industriels et/ou des régions, l'accent étant mis sur la décentralisation de ces services.

Cependant, les besoins ne sont pas aisés à satisfaire, d'autant plus qu'ils croissent de manière continue. Ainsi recherche-t-on dans certains pays des mécanismes institutionnels et financiers qui assureraient le financement des infrastructures au fur et à mesure du développement des besoins et qui se substitueraient aux approches ponctuelles. De même cherche-t-on à associer à leur développement des universités et écoles techniques ainsi que des laboratoires publics de recherche appliquée. L'engagement de ces organismes est très inégal suivant les pays et, dans certains cas, cela peut conduire à des réformes visant à accroître la part des ressources « précaires » en provenance du secteur privé par rapport au financement « institutionnel d'origine publique ».

i) *La complexité de l'évaluation*

Finalement, la mise en œuvre des politiques d'innovation est d'autant plus délicate et ambiguë que l'on apprécie encore bien mal leur pertinence et l'efficacité de leurs dispositions. Evaluer l'influence des mesures destinées à promouvoir l'innovation technique soulève des questions méthodologiques complexes. Cependant, sur un certain nombre de mesures ponctuelles (mise en place de programmes d'aide financière, d'information ou d'assistance technique par exemple), le suivi de leurs effets apparaît indispensable et mérite aussi de faire l'objet d'échanges d'informations et d'expériences entre les pays Membres.

*
* * *

La liste des problèmes que l'on vient brièvement d'évoquer ne prétend en aucune façon à l'exhaustivité. Il conviendrait notamment d'y ajouter des préoccupations qui, pour récentes qu'elles soient, ne se manifestent pas moins de plus en plus clairement dans de nombreux pays Membres. On retiendra ici l'aménagement des systèmes éducatifs et de formation permanente pour renforcer les aptitudes sociales et individuelles à l'innovation, et l'articulation de nouvelles demandes de caractère collectif (énergie, transports) par des dispositions intégrant à la fois des mesures de caractère réglementaire et des incitations financières plus ou moins directes.

IV. COORDINATION NATIONALE ET CONCERTATION INTERNATIONALE

A différents niveaux des discussions internationales en cours, les dimensions technologiques des problèmes en jeu ressortent de plus en plus. L'importance du facteur technologique dans l'économie est telle qu'on ne peut plus en esquiver les implications dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques sur le plan tant national qu'international.

1. *Une coordination plus étroite des politiques économiques et technologiques*

Outre les problèmes que l'on vient d'évoquer, on peut se demander si les politiques d'innovation telles qu'elles sont actuellement pratiquées sont susceptibles de briser l'amorce du cercle vicieux décrit par le Groupe d'experts sur « la science et la technologie dans le nouveau contexte économique et social » : la diminution de la demande et l'accroissement du risque entraînent un ralentissement des investissements qui se répercute à son tour sur les besoins de R-D (dont le financement est d'ailleurs menacé par la diminution du chiffre d'affaires)¹⁵. La R-D est d'autant plus menacée qu'elle n'est pas prolongée par les investissements indispensables à la phase finale de l'innovation (mise en production, réponse du marché, processus de « learning by doing », etc.) : sa raison d'être est mise en question, hormis les programmes réalisables à court terme.

Pourtant, comme on l'a vu plus haut, si l'investissement conditionne la mise en œuvre de l'innovation, la R-D engendre elle-même les occasions d'investir. Dès l'instant où l'engrenage se met à tourner dans le mauvais sens, ce qui est le cas à présent, il est difficile d'enrayer le mouvement. C'est l'avenir à long terme qui est en question, alors même que — de nombreux travaux le confirment — la science et la technologie en tant que telles ne cessent de multiplier les possibilités qui s'offrent aux économies des pays Membres. En d'autres termes, sans remettre en cause dans leurs principes et dans leurs objectifs les politiques économiques actuelles qui visent essentiellement et à juste titre à briser les pressions inflationnistes, on ne peut ignorer les répercussions qu'elles ont sur la capacité des entreprises à maîtriser un environnement difficile et, partant, à tirer parti des ressources que le progrès technique leur offre.

Ainsi, au moment même où l'innovation technique apparaît absolument essentielle pour permettre l'adaptation du système productif des pays Membres au nouveau marché économique, le grand mouvement novateur des années 50-60 est menacé de s'essouffler et les nouvelles technologies indispensables risquent

15. Voir *Changement technique et politique économique, op. cit.*

de ne pas être présentes au rendez-vous. Nécessité et concurrence sont assurément des stimulants efficaces à l'innovation, mais elles ne peuvent agir que si d'autres conditions sont remplies, en particulier du côté des investissements, de la demande, des perspectives de rentabilité, etc., faute de quoi d'autres stratégies peuvent s'offrir aux entreprises, notamment celle de l'investissement direct international, ou celle du transfert de technologie vers des zones où la croissance a jusqu'à présent été soutenue, comme dans les nouveaux pays industrialisés. Les indications dont on dispose semblent confirmer que, pour le moment, les entreprises ne se font pas faute d'exploiter ces possibilités¹⁶.

Comme l'a souligné le président du CPST dans sa préface au rapport *Changement technique et politique économique*, « il y a un dilemme majeur entre les besoins apparemment contradictoires de la politique macro-économique — qui voit actuellement dans une action restrictive sur la demande une arme essentielle de la lutte contre l'inflation — et de la politique technologique, qui considère bien souvent la création d'une forte demande de produits d'innovation comme l'élément capital d'une conjoncture favorable à l'accroissement de la Recherche et du Développement, laquelle à son tour conditionne le retour à une amélioration de la productivité »¹⁷.

Surmonter ce dilemme suppose que les gouvernements considèrent leur politique en faveur de l'innovation technique comme un élément important de leur politique économique à moyen terme. Cela suppose une approche moins partielle, qui ne traite pas l'innovation technique comme un phénomène périphérique, à plus forte raison comme une chose acquise, quels que soient le contexte, les modalités et les directions des mesures prises par la politique économique : pas plus que l'innovation technique ne peut être traitée comme un phénomène exogène aux structures économiques, les politiques économiques ne peuvent désormais ignorer les conditions et les enjeux des politiques technologiques.

2. *La nécessité d'une concertation internationale*

De toute évidence, tous les pays Membres ont mutuellement intérêt à se consulter, à échanger leurs expériences et à coopérer pour stimuler l'innovation technique, car une intensification de l'innovation dans tous les pays Membres profite à chacun d'entre eux. En outre, il est possible au sein de l'OCDE de combler les insuffisances de la coordination entre les affaires scientifiques et techniques et le territoire de l'économie par un effort concerté d'échanges d'informations et d'analyses sur les implications communes des politiques suivies par les pays Membres dans les deux domaines.

Depuis l'époque où certains pays européens s'inquiétaient à l'idée que se creusait l'écart entre un pays technologiquement en tête — les Etats-Unis — et les autres, la situation a profondément changé. Si les Etats-Unis sont toujours largement en tête, dans de nombreux domaines ils ont été rejoints, voire dépassés, par certains pays européens ou par le Japon : au monocentrisme technologique a succédé un certain polycentrisme ; les Etats-Unis ne sont plus seuls à essayer de faire reculer les frontières de la technique.

La situation serait peu préoccupante si elle se traduisait par un mouvement vers le haut de toute la collectivité technologique de l'OCDE et de l'ensemble de son système industriel. Mais tel n'est pas le cas. En fait, à l'image simple des retards rattrapés que l'on vient d'évoquer doit se substituer une photographie

16. Voir *Les enjeux des transferts de technologie Nord-Sud*, op. cit., et « Interpénétration des capitaux et concurrence industrielle mondiale », CEP II, dans *Economie prospective internationale*, la Documentation française, Paris, mars 1980.

17. *Changement technique et politique économique*, op. cit., p. 8.

beaucoup plus difficile à interpréter, où se mêlent les secteurs américains et européens qui ont techniquement décroché et qui sont en butte à la concurrence de l'Est et du Sud, et les secteurs américains qui ont maintenu leur avance ou qui sont à égalité avec les secteurs les plus en flèche des économies européenne et japonaise.

Cette diversité dans l'évolution de la capacité novatrice, qui se traduit par des différences notables dans les capacités compétitives internes et externes au sein de la zone de l'OCDE, peut soulever toute une série de questions, notamment celle de la menace à terme qui pèserait sur la cohésion de l'OCDE. Des évolutions trop contrastées pourraient aller à l'encontre de l'objectif d'un système des échanges mondiaux ouvert et non discriminatoire¹⁸. On peut craindre en effet un phénomène d'action-réaction, de mesures et de contre-mesures dans la défense, tantôt des points forts, tantôt des points faibles des différentes économies, qui finisse par compromettre la continuité d'un flux international de technologie. De ce point de vue, il n'y a pas nécessairement de règles du jeu pour les interventions gouvernementales, mais il y a sûrement des limites au-delà desquelles le crescendo des répliques peut mettre en question l'équilibre du système international des échanges et miner l'efficacité des initiatives du secteur privé.

Comme on l'a indiqué plus haut, les gouvernements de tous les pays Membres sont pleinement convaincus de la nécessité de renforcer ou de restaurer leurs potentiels industriels par un soutien actif à l'innovation et élaboration des politiques dans ce sens. Bien qu'une telle intensification de l'effort d'innovation doive en même temps contribuer à la compétitivité internationale, on voit se manifester à des degrés divers un intérêt accru pour la contribution des politiques d'innovation à l'augmentation des parts du marché mondial dans un contexte marqué par le ralentissement de la croissance, le taux élevé de chômage et les difficultés de balance des paiements. Il faut aussi noter que presque tous les pays qui ont établi une liste des domaines devant bénéficier en priorité des aides à la R-D industrielle ont dressé la même liste, ce qui pourrait dans certains domaines conduire à des capacités de production excédentaires et donc éventuellement à un accroissement des tendances protectionnistes.

Les politiques technologiques nationales susceptibles d'avoir des incidences spécifiques, éventuellement fortement négatives, sur les autres pays Membres peuvent être classées en deux grandes catégories : celles qui entraînent un ralentissement du processus de diffusion internationale ; celles qui peuvent donner, aux industries nationales et aux entreprises basées dans le pays, des avantages sur leurs concurrents éventuels dans le domaine du développement technologique.

Certains ont fait valoir, dans quelques pays, que la rapidité avec laquelle des techniques sont *exportées* vers d'autres pays hautement développés, ayant une industrie techniquement concurrentielle, pouvait avoir, à long terme, des répercussions défavorables sur le pays exportateur. On s'est demandé dans certains cercles, il y a quelques années, s'il ne serait pas opportun, voire nécessaire, de prendre des mesures pour restreindre les investissements directs et les cessions de licences à l'étranger, dans les secteurs utilisant des techniques de pointe.

La question des obstacles à l'*importation* de certaines catégories de produits de haute technicité se pose, elle aussi, très nettement ; en effet, ces obstacles sont

18. Voir le « Rapport Maldague », *L'évolution des structures sectorielles des économies européennes depuis la crise du pétrole 1973-1978 - L'Europe - Les capacités d'adaptation en question*, Commission des Communautés Européennes, Direction générale des affaires économiques et financières, Bruxelles, juillet 1979. Voir également K. Pavitt, « Technical Innovation and Industrial Development », [1) The New Causality, 2) The Dangers of Divergence], dans *Futures*, décembre 1979 et février 1980.

beaucoup plus fréquents que ceux auxquels peuvent se heurter les exportations de techniques. Ils ont pour but de protéger les industries et entreprises nationales contre leurs concurrents étrangers — éventuellement, et en fait généralement pendant seulement une certaine « période transitoire » d'importance vitale. Les mesures relevant de cette seconde catégorie recouvrent une panoplie d'instruments et de dispositifs plus fournie que celles relevant de la première catégorie ; elles combinent en général, de différentes façons, les éléments suivants :

- une protection temporaire plus ou moins importante contre les importations ;
- un accès privilégié à certains marchés intérieurs, aux commandes et adjudications des administrations et des entreprises publiques ;
- éventuellement, un accès privilégié aux capitaux et la possibilité de bénéficier d'autres mesures publiques visant à réduire les risques commerciaux que comporte l'innovation.

On trouve également dans cette seconde catégorie des obstacles d'ordre technique. Bien que l'intérêt général puisse nécessiter l'établissement de normes industrielles, de normes sanitaires, de normes de sécurité, de normes spécifiques à certains systèmes (télécommunications ou télévision, par exemple), il importe de veiller à ce qu'elles ne se transforment pas en obstacles non tarifaires aux échanges.

Lorsqu'on considère que les structures industrielles ne sont pas adaptées à la situation ou qu'elles ont besoin d'être renforcées, il se peut qu'un dispositif d'ensemble visant à réorganiser tout un secteur industriel soit mis en place afin d'encadrer l'application de ces mesures. Selon les pays, on trouvera des combinaisons différentes d'entreprises privées, ou privées et semi-publiques, ou publiques, fortement concentrées. Les politiques de ce genre comportent souvent un certain laxisme dans l'application de la législation anti-trust, voire des décisions par lesquelles les pouvoirs publics accroissent délibérément le degré de monopole car ils considèrent que cela est nécessaire pour améliorer la compétitivité internationale.

Les modalités d'emploi de certains instruments politiques de cet ordre ont récemment fait l'objet d'accords internationaux dans le cadre du GATT. Il en est ainsi des subventions et des droits compensateurs pour lesquels un *Code sur les subventions et sur les droits compensateurs* a été établi comme partie des accords du Tokyo-Round signés à Genève en 1979, et des marchés publics au sujet desquels un *Accord relatif aux marchés publics* a été adopté au même moment. La mise en œuvre de la *Déclaration de l'OCDE sur le traitement national de 1976*, qui porte également en partie sur ces problèmes, est actuellement soumise à l'examen du Comité de l'Investissement international et des entreprises multinationales de l'OCDE.

Toutefois, outre ce recours aux accords internationaux, les pays Membres pourront avoir à se pencher sur les questions que posent les effets à long terme sur les échanges internationaux et sur l'effort d'innovation qui résultent des pressions croissantes en faveur d'un soutien gouvernemental direct aux activités technologiques de pointe les plus prometteuses par le biais de mesures sélectives de subvention financière et d'adjudication des marchés publics. A cet égard, peut-être auront-ils à étudier et à évaluer les situations dans lesquelles leurs politiques technologiques nationales pourraient éventuellement avoir des répercussions sur d'autres pays Membres, la nature de ces répercussions et les réactions éventuelles des pays concernés. En fonction de l'évolution de cette question, peut-être sera-t-il opportun à un moment donné d'examiner au niveau international comment on pourrait éviter une escalade peu souhaitable des mesures de soutien aux technologies présentant des risques élevés.

Troisième partie

**SCIENCE, TECHNOLOGIE ET SOCIÉTÉ
DANS LES ANNÉES 80**

I. LES DONNÉES DE BASE DU DÉBAT

1. *Le contexte économique et social actuel*

Au début des années 70, le rapport du Groupe spécial du Secrétaire général sur les nouveaux concepts des politiques de la science — le « Rapport Brooks » — a servi de toile de fond aux efforts menés dans ce domaine, sur le plan national et international, pour réorienter la Recherche-Développement en fonction d'objectifs plus attentifs aux préoccupations sociales¹. Dans l'étude qui suit des incidences de la technologie sur la société dans les années 80, ce rapport continue de servir de référence. Toutefois, une étude plus récente en prolonge les analyses face aux contraintes et aux défis actuels : il s'agit du rapport du Groupe d'experts sur la science et la technologie dans le nouveau contexte économique et social² : on peut s'appuyer sur ses principales conclusions pour situer la spécificité des problèmes et des enjeux que l'influence de la technologie va soulever dans la décennie. Les voici rapidement résumées :

Les difficultés actuelles ne sont pas uniquement ou principalement dues à un déséquilibre temporaire qui pourrait être redressé en recourant seulement aux remèdes classiques de la politique économique, en particulier à des mesures globales de politique budgétaire ou monétaire, ou à la politique macro-économique d'ensemble. Les actions nationales sont évidemment vouées à l'échec si elles ne sont pas coordonnées, étant donné le réseau des liens qui existent actuellement entre les principales économies ; mais la coordination des politiques nationales est elle-même insuffisante si elle se limite à de grands axes macro-économiques, car la situation actuelle de l'économie mondiale comporte une importante composante structurelle, le processus d'ajustement se heurtant à de fortes résistances, dues à la fois à l'accentuation des rigidités internes et à la rapidité avec laquelle la situation évolue.

Les principales caractéristiques du nouveau contexte économique et social identifiées dans le rapport sont les suivantes :

- Après un quart de siècle caractérisé par une expansion sans précédent de l'économie mondiale, nous nous trouvons maintenant dans une situation durable où des taux de croissance plus faibles se combinent à l'inflation. Depuis 1975, le rythme de progression de la productivité du travail, mesuré selon les procédés classiques, s'est ralenti dans tous les pays de l'OCDE. On ne s'accorde pas sur les raisons qui sont à

1. *Science, croissance et société - Une perspective nouvelle*, OCDE, Paris, 1971.
2. *Changement technique et politique économique*, OCDE, Paris, 1980.

l'origine de ce phénomène ; on pense cependant que la hausse rapide des prix de l'énergie joue un rôle important³.

- La prépondérance, autrefois exclusive, des Etats-Unis dans l'économie mondiale est maintenant partagée par l'Allemagne et le Japon.
- Le marché pétrolier mondial et — par contrecoup, dans une certaine mesure — le marché énergétique mondial se sont « politisés », les prix et la production ont de plus en plus fortement influencés par des décisions nationales d'ordre politique plutôt que par le jeu de l'offre et de la demande ou par les coûts de production. Pratiquement plus personne ne pense qu'il s'agisse là d'une situation provisoire, due aux événements politiques du Moyen-Orient.
- Les biens et services « sociaux », ou « collectifs », prennent une place de plus en plus importante dans l'économie de tous les pays de l'OCDE. Leur offre et leur demande ne sont pas régies par les lois classiques de l'économie de marché ; leur production et leur consommation constituent, en quelque sorte, des frais généraux de plus en plus lourds à supporter par les biens et services privés.
- On ne considère plus que les indicateurs économiques classiques mesurent convenablement le bien-être du corps social et, en même temps, on remet en cause les moteurs classiques de la croissance économique, notamment l'innovation technique engendrée par les forces du marché.

2. *Autres considérations et développements*

Les principaux points qui émergent du rapport cité ci-dessus peuvent être amplifiés par d'autres considérations :

- La nécessité d'ajuster la structure de la production des pays de l'OCDE en fonction de la concurrence des pays en développement en voie d'industrialisation, ainsi qu'en fonction du système entièrement nouveau des prix de facteurs engendré par l'évolution des prix de l'énergie. Les débouchés que constituent, pour les biens industriels fabriqués par les pays occidentaux, les marchés des pays en développement en voie d'industrialisation ne peuvent continuer à s'accroître que si ces derniers peuvent disposer d'aides ou de capitaux à cette fin ou vendre, de leur côté, sur les marchés de l'OCDE des produits manufacturés pour lesquels ils se trouvent dans une position relativement avantageuse sur le plan du coût des facteurs. Ne pas s'adapter à la nouvelle situation, dans laquelle la répartition des avantages comparés change rapidement, ne peut qu'exacerber la stagflation actuelle⁴.
- Les changements apparents des capacités relatives d'innovation des pays de l'OCDE. Les Etats-Unis sont encore, et de loin, le principal exportateur mondial de brevets et de savoir-faire technique⁵, mais les positions de l'Allemagne et du Japon s'améliorent rapidement dans le

3. Voir : E.A. Hudson et D.W. Jorgenson, « Energy Price and the Economy 1972-1976 », dans W.J. Head et A.E. Utton, *US Energy Policy*, Ballinger, Cambridge, Mass., 1979 ; ainsi que D.W. Jorgenson et B.M. Fraumeni, *Substitution and Technical Change in Production*, préparé pour la « Conference on the Economics of Substitution in Production with Special Reference to Natural Resources », 13-14 décembre 1979, Harvard Institute of Economic Research, Cambridge, Mass., 1979.

4. Voir : *Pourquoi des politiques d'ajustement positives - Recueil de documents de l'OCDE - 1978-1979*, OCDE, Paris, juin 1979.

5. *The Economist*, 26 juillet-1^{er} août 1980, p. 75.

domaine des échanges de produits manufacturés de haute technologie, et même quelques pays en développement en voie d'industrialisation deviennent d'importants concurrents dans certains secteurs de haute technologie.

- Le ralentissement de la progression nominale de la productivité observé dans les pays de l'OCDE ne correspond pas tout à fait à un ralentissement en termes réels. Les mesures de la productivité ne reflètent pas complètement la production de biens qui améliorent l'environnement (laquelle est en grande partie une production « sociale »), ni l'amélioration de la qualité des produits, notamment des produits de l'informatique. Les mesures de la production du secteur des services ne reflètent probablement pas la valeur réelle de cette production.
- Le secteur des services joue actuellement dans le domaine de l'emploi un rôle analogue à celui que jouait l'industrie par rapport à l'agriculture pendant la période d'industrialisation rapide. La question capitale qui se pose est de savoir, compte tenu de la rapidité du processus d'application de la technologie de l'information dans le secteur des services, si ce dernier restera, comme pendant les deux dernières décennies, la principale source de création d'emplois. Cette question sera examinée plus loin.
- Le ralentissement de l'innovation dû au ralentissement de la croissance économique engendre un cercle vicieux. Sans croissance actuelle, la croissance future est « étouffée dans l'œuf ». Ce phénomène a été moins grave pendant la grande crise économique mondiale des années 30 parce que, en fait, les investissements de R-D ont continué à croître pendant cette période, créant ainsi les fondements de l'expansion qui a suivi la seconde guerre mondiale. Cette croissance a été possible parce que la R-D représentait alors une fraction du PNB beaucoup plus faible que de nos jours. Le ralentissement actuel de la R-D est-il en train de stériliser les germes de la croissance économique de l'avenir ?
- Le problème ne réside pas dans le potentiel scientifique et technologique, mais dans la capacité du système économique d'exploiter ce potentiel dans la situation actuelle.

Les incidences de la technologie sur la société se concrétisent dans de multiples domaines d'action différents relevant des compétences des gouvernements de l'OCDE : environnement, énergie, croissance économique, échanges commerciaux internationaux, adaptation de la population active, éducation, politiques sociales visant des groupes particuliers tels que les personnes âgées, santé publique, alimentation et agriculture. Il convient donc de se demander en quoi ces diverses incidences intéressent les ministres chargés des affaires scientifiques et comment ils s'en préoccupent. Dans presque tous les cas, en effet, pour s'attaquer à ces incidences, il faut que des ressources soient affectées aux activités de Recherche et de Développement. Or, l'une des difficultés que soulève la politique scientifique tient à ce qu'on a encore trop souvent tendance à axer l'effort de recherche sur les problèmes tels qu'ils se posent aujourd'hui plutôt que sur les problèmes tels qu'ils se poseront dans un avenir plus ou moins lointain, au moment où la recherche débouchera sur des résultats concrets, applicables dans la pratique. Il faut, en particulier, que la recherche appliquée « vise une cible mouvante » ; la planification se trouve, de ce fait, confrontée à un défi unique en son genre puisqu'il faut de longs délais pour recueillir dans la pratique les fruits des recherches entreprises et menées aujourd'hui.

Au fond, tout le paradoxe tient à ceci : c'est précisément à cause des incidences de la technologie sur la société et à cause des changements rappelés plus

haut du contexte économique et social, que les « cibles mouvantes » se déplacent plus rapidement qu'auparavant et que sont plus grandes qu'auparavant les incertitudes planant sur la nature des défis auxquels il faudra faire face dans une dizaine d'années. Certains problèmes qui paraissent aujourd'hui aigus et urgents peuvent s'atténuer, voire disparaître ; d'autres problèmes, au contraire, auxquels ne s'intéressent aujourd'hui que quelques spécialistes, peuvent devenir, dans une dizaine d'années, des problèmes politiques de tout premier plan. Les émissions polluantes des automobiles, par exemple, ont été étudiées par les spécialistes pendant près de vingt ans avant qu'on se préoccupe sérieusement de la nécessité pour les gouvernements de mettre en œuvre des réglementations dans ce domaine ; et, lorsqu'a éclaté la crise pétrolière de 1973, les spécialistes étudiaient depuis plus de dix ans déjà les dangers liés à la dépendance des pays de l'OCDE à l'égard du pétrole du Moyen-Orient. Il semble bien qu'on se trouve actuellement à un stade analogue du processus en ce qui concerne le problème des décharges des produits chimiques toxiques et celui des effets des pluies acides sur la productivité des sols.

La nature même des problèmes qui se poseront dans l'avenir exige qu'on constitue et qu'on alimente constamment une forte « base scientifique et technologique » dans tous les domaines intéressant ou pouvant intéresser de près ou de loin l'évolution générale de la société. Cette base de connaissances théoriques est indispensable pour asseoir une recherche plus efficace, axée sur les problèmes pratiques, à mesure que ceux-ci se posent et évoluent. Sans cette base de connaissances fondamentales, la longueur des recherches initiales nécessaires à la résolution des problèmes spécifiques devient excessive et les coûts des réponses aux problèmes nouveaux qui se posent deviennent prohibitifs.

3. *Le désenchantement à l'égard de la science et de la technologie*

L'analyse approfondie de ce désenchantement suggère qu'il tient, non pas tant à l'activité scientifique et technologique considérée en soi, mais surtout aux objectifs que vise apparemment l'effort scientifique et technologique actuel, et notamment :

- La dégradation de l'environnement et l'épuisement des ressources dus, en partie, à l'application à grande échelle de la technologie souvent de façon ponctuelle et sans se préoccuper des problèmes d'ensemble qu'elle pose.
- La complexité de la technologie réduit sa transparence pour les non-initiés et pose la question de savoir si l'humanité ne joue pas déjà ou ne va pas jouer le rôle de l'apprenti-sorcier. Ce sentiment transparaît dans la tendance à la mise au point de techniques plus adaptées aux besoins réels et dans les plaidoyers en faveur de l'utilisation de sources d'énergie décentralisées et renouvelables⁶.
- Les liens existant entre la participation démocratique des citoyens aux décisions d'ordre technologique et l'acceptation de la technologie et des changements technologiques. La résistance aux technologies nouvelles augmente lorsque celles-ci ne sont pas comprises et que la population qui est finalement affectée par elles ne participe pas suffisamment aux décisions les concernant. Il faut aussi distinguer la participation aux éléments entrant dans le processus de la décision, d'une

6. Cf. H. Brooks, « Critique of the Concept of Appropriate Technology », dans Franklin A. Long and Alexandra Oleson (éd.), *Appropriate Technology and Social Values - A Critical Appraisal*, Ballinger Publishing Co., Cambridge, Mass., 1980.

part, la participation à la décision elle-même, d'autre part. On confond parfois ces deux genres de participation comme nous le verrons plus loin⁷.

- Le progrès technologique est « un processus de destruction créatrice » ; il engendre donc des changements de structure dans l'économie. Il est beaucoup plus difficile de s'accommoder de ces changements en période de croissance lente ; ils sont pourtant quasiment indispensables à la croissance car celle-ci se fait en transférant des ressources de secteurs en stagnation à des secteurs en expansion. Le changement technologique entraîne beaucoup plus de tels transferts de ressources que la concurrence internationale, encore que celle-ci se heurte à davantage de résistances sur le plan politique. Il est particulièrement difficile de s'accommoder au changement technologique dans les industries stagnantes ou déclinantes ; il faut néanmoins aider les transferts de ressources de ces industries vers les industries en expansion. La résistance au changement technique en situation de non-croissance crée un autre « cercle vicieux » : elle intensifie la stagnation même et celle-ci à son tour rend le changement technique difficilement acceptable.
- Dans une certaine mesure, le désenchantement à l'égard de la technologie est né des conséquences inintentionnelles qu'ont entraînées récemment les directions particulières du changement technique. Cependant, ce n'est pas en abandonnant le progrès technique qu'on surmontera cette critique, mais plutôt en modifiant ses directions. Les possibilités abondent : passer des technologies épargnant le travail à des technologies économisant les ressources et l'énergie ; développer des procédés industriels entièrement nouveaux qui limitent ou éliminent les émissions de déchets toxiques ou la diffusion dans l'environnement de produits chimiques persistants ou non dégradables ; mettre au point des technologies de récupération et de recyclage pour les matériaux industriels. Un autre exemple est celui d'une conception nouvelle des biens de consommation durables — objets domestiques ou automobiles destinés à durer plus longtemps ou à être réparés plus aisément — de telle sorte que l'on consomme moins de matières premières et d'énergie pour un niveau donné d'avantage au consommateur.

4. *La nécessité de poursuivre le changement technologique*

Nous partons du postulat que le progrès scientifique, le progrès technologique et leur concrétisation sous forme d'équipements matériels et de capacités professionnelles sont une condition nécessaire — mais nullement suffisante — pour résoudre les problèmes mondiaux auxquels l'humanité doit actuellement faire face, y compris l'écart entre les riches et les pauvres, l'approvisionnement en matières premières et en énergie, la dégradation de l'environnement, l'équilibre entre la population mondiale et son alimentation.

Faute de progrès technique, la diminution relative des ressources disponibles exacerberait tellement les problèmes de répartition que les principes mêmes de la démocratie politique risqueraient de ne plus pouvoir être maintenus à l'intérieur des différentes nations et, encore plus, dans les relations entre nations. L'une des fonctions capitales du progrès technique est d'accroître la base de ressources, en utilisant plus efficacement les ressources existantes, en découvrant et en exploitant des ressources de remplacement, en mettant au point des

7. Voir : *La technologie contestée*, OCDE, Paris, 1979.

systèmes énergétiques et industriels fondés sur l'utilisation de matières premières plus abondantes que celles dont dépend actuellement notre civilisation matérielle.

Cette nécessité reconnue du progrès technique ne signifie pas qu'il faille retourner au modèle de croissance qui prévalait avant les difficultés des dernières années. Ce ne sont pas seulement les ressources qui changent, ni les rapports de force entre différentes régions du monde, mais aussi les valeurs que les nouvelles générations entendent mettre au centre de leur existence. Il faut en être conscient si l'on veut soutenir et animer un type de développement qui réponde aux besoins réels, en évolution rapide, auxquels le monde doit faire face. De même, l'indispensable progrès doit se faire d'une façon qui soit compatible avec les aspirations croissantes à plus de démocratie et plus d'équité, à tous les niveaux : dans le corps social, dans le travail, dans la nation, entre nations.

Si un pays renonçait délibérément au progrès technique, il risquerait fort d'être dépassé par l'évolution générale du monde, à cause de la concurrence à laquelle les pays se livrent entre eux. Et cela d'autant plus que l'interdépendance augmente dans le monde, chaque pays devenant plus tributaire des autres pour certaines des ressources qui lui sont indispensables pour maintenir sa production.

Dans une période de stagnation telle que celle que nous connaissons actuellement, l'innovation technologique est particulièrement nécessaire, mais on peut de moins en moins la considérer comme allant de soi. Bien que l'on puisse toujours disposer d'idées d'innovations techniques, la réalisation concrète de ces idées nouvelles exige, non seulement des investissements, mais aussi dans une certaine mesure l'acceptation de la part du corps social des changements institutionnels entraînés par les innovations, changements qui, comme on l'a noté plus haut, se heurtent généralement à davantage de résistances en période de croissance lente. La situation actuelle n'est pas tout à fait claire. Aux Etats-Unis, pendant la première moitié de la décennie 70, les dépenses industrielles de R-D et les aides accordées à la recherche en général ont diminué en même temps que l'insuffisance des capitaux à risque pour entreprendre la mise en œuvre des idées nouvelles a suscité des préoccupations. Il apparaît toutefois que, plus récemment, la R-D industrielle a marqué aux Etats-Unis un redressement spectaculaire⁸, fortement stimulé par l'anticipation de la concurrence étrangère, notamment dans les secteurs de l'automobile, de l'aéronautique, de l'électronique et des machines. Les capitaux à risque sont aussi réapparus en abondance, notamment pour la création de petites entreprises dans les secteurs de l'électronique, des nouvelles applications des manipulations génétiques et de l'énergie solaire⁹. Les répercussions de la récession de 1980 sur la R-D et sur les capitaux à risque ne sont pas encore manifestes.

Mais il y a aussi, dans une perspective à plus long terme, la question de savoir si les conditions culturelles indispensables à l'épanouissement d'une innovation vigoureuse ont des chances de se perpétuer. Les perspectives d'avenir sont à cet égard très incertaines. D'une part, certains projets industriels de grande ampleur, tels que la construction de centrales nucléaires ou d'usines de combustible synthétique, se heurtent à des difficultés croissantes de réalisation ; d'autre part, des activités novatrices d'envergure plus limitée, telles que les applications de la technologie de l'informatique, l'amélioration des rendements énergétiques,

8. Voir dans *Business Week*, numéro du 7 juillet 1980, l'article intitulé « More Speed behind R & D Spending : Business Week's R & D Scoreboard, 1979 ».

9. *New York Times*, 17 août 1980.

les nouvelles techniques biologiques et des nouveaux services paraissent foncièrement très dynamiques. En ce qui concerne l'attrait exercé par la science et l'ingénierie sur des individus de talent, l'observation des faits ne permet guère non plus de discerner des tendances claires. On s'est périodiquement inquiété, tant aux Etats-Unis que dans d'autres pays de l'OCDE, de ce qu'on a appelé « la désaffection pour la science ». Aux Etats-Unis, on a observé récemment une nouvelle vague de préoccupations, analogue à celle qui avait immédiatement suivi le lancement du Spoutnik en 1958, concernant le triste état des études scientifiques dans l'enseignement secondaire, préoccupations qui ont été accentuées par la constatation que l'étude des sciences de l'univers et des mathématiques bénéficiait, en Union soviétique, d'un nouveau regain de faveur tout à fait remarquable, dans l'enseignement primaire comme dans l'enseignement secondaire.

Ces préoccupations concernent surtout le niveau de culture scientifique générale de la population ; mais la relation entre ce niveau et la capacité du corps social de recruter des talents scientifiques et techniques de très haut niveau n'a jamais été établie très clairement. Il se peut, en revanche, qu'un niveau élevé de culture scientifique et mathématique de l'ensemble de la population soit une nécessité préalable pour que la nation puisse disposer d'une population active en mesure de répondre à l'exigence d'un plus haut niveau de qualifications professionnelles qu'implique la mise en œuvre rapide de technologies nouvelles dans l'économie nationale, notamment des techniques concernant les applications des sciences de l'information. La politique d'éducation, notamment l'éducation des adultes et l'éducation récurrente, pourrait ainsi jouer un rôle de plus en plus important dans l'adaptation de la population active à l'évolution technologique. Les pays et les régions ayant une population active adaptable et d'un niveau d'éducation élevé auront sans doute, de ce fait, d'importants avantages comparés. Le niveau culturel général de l'ensemble de la population active pourrait devenir un facteur plus important que celui des élites exceptionnellement douées et recevant une formation poussée en matière de Recherche-Développement qui, de toute façon, n'éprouvent généralement guère de difficultés à mettre en valeur leurs dons, leurs compétences et leurs qualifications.

En général, l'innovation ne doit pas être seulement technique ; elle doit être aussi « socio-technique ». Dans certains cas, une technologie nouvelle peut faire une percée dans une sorte de vide institutionnel (en ce sens qu'il n'existe aucune institution ni aucun groupe percevant immédiatement cette technologie comme contraire à ses intérêts ou à ses valeurs) ; elle peut, de ce fait, se diffuser avec une rapidité exceptionnelle. On peut citer, à titre d'exemples, l'introduction rapide des ordinateurs, la radiodiffusion dans les années 20, les calculatrices de poche, les communications par satellite et la télévision dans les années 50. Même dans ce cas, toutefois, d'importantes innovations institutionnelles ont joué un rôle essentiel dans le processus. Par exemple, la mise en place rapide de réseaux de télécommunication par satellite n'a pu se faire que grâce à un effort intellectuel novateur : il a fallu créer de toutes pièces un ensemble d'institutions, notamment COMSAT et INTELSAT, ce qui impliquait des législations nationales et des accords internationaux complexes, mettant souvent en jeu des intérêts antagonistes. La diffusion rapide de la télévision dans les foyers n'a pu se faire qu'une fois mis en place un réseau de stations émettrices et de relais et un système de financement des programmes, ce qui engageait des mécanismes institutionnels différents dans les divers pays, allant du financement par la publicité aux Etats-Unis au monopole légal financé par les usagers du Royaume-Uni, pour ne citer que ces deux exemples extrêmes. Le plus souvent le poids des habitudes sociales et des intérêts en place freine la diffusion des innovations et

étaie sur plusieurs décennies un processus qui aurait pu être, sur le plan purement technique, beaucoup plus rapide. On peut citer, à titre d'exemples, la télévision par câble, les centrales électriques nucléaires, l'amélioration de l'utilisation de l'énergie dans les bâtiments, la production conjointe d'électricité et de chaleur, les techniques contraceptives, les téléconférences.

Dans quelques cas, toutefois, le corps social est prêt à accepter une innovation en même temps que celle-ci est techniquement au point. Cette conjonction induit des changements très rapides, en dépit des résistances latentes. L'utilisation du DDT en offre un exemple : la nécessité d'éviter, en temps de guerre, des épidémies dans les forces armées et les populations locales l'a emporté sur les obstacles initiaux et a entraîné une utilisation de ce produit dont la rapidité et la généralisation ont probablement dépassé les limites qu'il eût été sage de ne pas dépasser si l'on avait tenu compte de considérations écologiques plus générales. Autre exemple : la « révolution verte » : ses techniques venaient d'être mises au point au moment où s'est produite en Asie l'une des crises alimentaires que connaît périodiquement ce continent ; la rapidité avec laquelle les petits agriculteurs ont adopté ces techniques nouvelles a démenti les affirmations de la sociologie classique quant aux tendances conservatrices des populations rurales. L'exemple le plus spectaculaire est peut-être celui de l'introduction des nouvelles techniques d'impression dans l'industrie de la presse pendant les années 70, processus qui s'est heurté à de redoutables obstacles institutionnels dans les métiers de l'imprimerie, extrêmement cloisonnés et structurés. Ces techniques se sont néanmoins répandues rapidement, accompagnées de profondes réformes institutionnelles, en grande partie parce que la survie des grands journaux d'intérêt national, rédigés et imprimés dans les grandes villes, se trouvait menacée par la concurrence des moyens de communication fondés sur l'électronique et des journaux d'intérêt local¹⁰. Un autre exemple est l'expansion spectaculaire du marché des automobiles à rendement énergétique élevé, notamment aux Etats-Unis, entraînée par l'augmentation en flèche des prix des carburants.

Dans le passé, l'innovation technologique a été en grande partie un processus spontané, engendré par l'évolution des forces du marché, encore que les pouvoirs publics aient souvent stimulé l'émergence de nouvelles possibilités technologiques pour répondre à des exigences de sécurité nationale. Pendant la période d'après-guerre, dans les pays de l'OCDE, l'aviation à réaction, les centrales électriques nucléaires, les ordinateurs, les communications par satellite et d'autres applications spatiales sont autant d'activités qui ont fait leurs premiers pas sous l'égide des pouvoirs publics, même si leur diffusion a été en grande partie commandée et modulée dans le temps par la demande dont elles faisaient l'objet sur le marché privé. Dans l'ensemble, les résultats ont été beaucoup moins fructueux lorsque les pouvoirs publics ont essayé de perfectionner et de diffuser directement des technologies nouvelles au-delà du stade de la mise au point et du lancement initial. Là où les pouvoirs publics ont joué le rôle le plus fructueux c'est lorsqu'ils ont ouvert la voie à de nouvelles possibilités technologiques, en réduisant les risques techniques que celles-ci comportaient nécessairement et en facilitant ainsi les apports d'investissements privés et le développement du marché.

Ces risques techniques sont de deux sortes. Il y a, d'une part, les risques habituels que comportent nécessairement, sur le plan économique ou sur le plan privé, les investissements de grande ampleur dans des projets dont la technologie présente encore de multiples incertitudes — par exemple, les usines de

10. Anthony Smith, *Goodbye Gutenberg - The Newspaper Revolution of the 1980s*, Oxford University Press, New York et Oxford, 1980, p. 292.

combustibles synthétiques ou les surrégénérateurs. Il y a, d'autre part, les risques que peut présenter, pour la population ou l'environnement en général, le déploiement rapide et sur une grande échelle de technologies nouvelles dont toutes les répercussions ne sont pas encore parfaitement connues. Ces deux genres de risques se combinent lorsque la rentabilité des investissements peut être compromise par l'intervention éventuelle de réglementations publiques nouvelles visant à réduire les dangers que les technologies nouvelles peuvent présenter pour la santé publique.

Toutefois, les préoccupations suscitées par les conséquences imprévues de la généralisation rapide des technologies nouvelles ont aussi entraîné une augmentation du rôle de l'Etat dans la surveillance et la réglementation du déploiement de la technologie. En général, les forces du marché, livrées à elles-mêmes, ont tendance à investir insuffisamment dans les aspects de la R-D technologique qui ont trait aux externalités des techniques nouvelles : élimination définitive des déchets, dans le cas de l'industrie chimique ; conséquences écologiques, dans le cas des produits chimiques utilisés dans l'agriculture ; problèmes de confidentialité des données et de sécurité, dans le cas des fichiers informatisés ; effets différés sur la santé, dans le cas des nouveaux produits pharmaceutiques et des additifs alimentaires, etc.

Du fait que de nombreuses technologies modernes se caractérisent par leurs interrelations croissantes, l'introduction d'une nouvelle technologie dans le système a des effets qui se diffusent dans l'ensemble de celui-ci. L'Etat a ainsi été conduit à assumer une nouvelle fonction dans le domaine de l'innovation technologique, à savoir effectuer les recherches et les analyses nécessaires à l'évaluation de la technologie au sens large, au-delà de ce qu'aurait normalement fait le secteur privé, livré à lui-même, dans son évaluation du marché. Les pays industrialisés commencent à peine à apprendre à le faire de la façon optimale, c'est-à-dire en étant prévoyants sans pour autant étouffer l'innovation. Plus l'évolution de l'humanité exige qu'un changement technique rapide permette de répondre aux défis que pose l'avenir, plus il est nécessaire qu'avancent les recherches sur lesquelles s'appuie l'évaluation technologique, de sorte que le changement technique se produise de la manière aussi rationnelle que le permettent les connaissances actuelles et les prévisions d'avenir. En outre, les connaissances ne suffisent pas ; il faut aussi qu'existe la volonté politique d'intervenir dans le processus d'innovation lorsque cela se révèle nécessaire.

Contrairement à la R-D qui se borne à créer des produits ou des services nouveaux, la R-D qui sous-tend l'évaluation technologique est, en soi, une activité coopérative davantage qu'une activité compétitive. La connaissance des effets secondaires que peut avoir l'introduction de technologies nouvelles ou l'amplification de technologies anciennes est un bien qui tombe dans le domaine public et auquel tout le monde peut avoir accès. L'OCDE a déjà pris l'initiative de collecter et de synthétiser les informations, ainsi que les expériences des pays Membres, concernant les effets secondaires de l'introduction de technologies nouvelles. On peut citer, à titre d'exemples, ses études récentes sur les effets économiques des technologies de l'information sur la vulnérabilité de la société aux applications de l'informatique, sur les transports et l'avenir de l'automobile, sur les matériaux, sur les perspectives et les dangers de la biotechnologie, sur certains problèmes d'environnement.

Ces études ont été essentiellement axées sur la synthèse et l'interprétation des informations existantes. On s'est beaucoup moins préoccupé jusqu'ici de faire en sorte que les gouvernements et les organismes internationaux identifient les lacunes importantes que présentent les connaissances et prennent des mesures

pour combler ces lacunes en lançant des programmes de recherche concertés. Ces programmes seraient mis en œuvre principalement par des organismes nationaux utilisant des ressources nationales, mais ils pourraient aussi s'insérer dans le cadre d'un programme multinational d'évaluation technologique défini d'un commun accord et visant des objectifs internationaux, intermédiaires et finals, également fixés d'un commun accord. Cet effort de recherche pourrait comporter la mise en place de réseaux internationaux permettant de suivre l'évolution de la situation, de façon, par exemple, à pouvoir chiffrer les effets des technologies envisagées.

5. *La participation du public aux décisions concernant la science et la technologie*

C'est parce que l'on reconnaît de plus en plus que les effets de la science et de la technologie se propagent à travers tous les aspects des sociétés contemporaines et que leur influence sur la qualité future de la vie est de plus en plus perçue par le public qu'il y a dans certains pays une demande de participation effective des groupes potentiellement affectés par les décisions concernant les développements de la science et de la technologie.

On adopte ici la définition de la participation du public qui figure dans le rapport de l'OCDE consacré à ce problème : « La participation du public est toute activité menée par tout individu, groupe d'individus ou organisation autres que les élus ou les fonctionnaires désignés du gouvernement ou des corps constitués et visant de façon directe ou indirecte à prendre part aux affaires, aux décisions ou aux politiques du gouvernement ou des entreprises publiques ou parapubliques ou à les influencer »¹¹. A mesure que les affaires publiques se compliquent, la chaîne des responsabilités qui lie les autorités élues et nommées aux intérêts affectés par les décisions qu'elles prennent devient plus indirecte et plus ténue, surtout lorsqu'il s'agit de décisions ayant un important contenu scientifique ou technologique, fondées sur des informations relativement inaccessibles aux non-initiés.

Certes, la participation ainsi définie a toujours plus ou moins joué dans les démocraties représentatives, mais elle n'a généralement mobilisé que des intérêts assez étroits, tels que des intérêts économiques de groupes directement lésés ou avantagés par les programmes d'action des pouvoirs publics : cercles industriels, comités scientifiques consultatifs, organismes économiques consultatifs, organisations agricoles, centrales syndicales, etc. Certes, ces groupes ont toujours prétendu parler au nom de l'intérêt général, prétention qui n'était pas toujours sans fondement, mais ce qui est nouveau c'est que, de nos jours, les groupes d'intérêts qui demandent que leur voix soit entendue sont beaucoup plus nombreux et beaucoup plus divers.

Dans le passé, le public considérait que les scientifiques et autres spécialistes, appartenant ou non aux milieux officiels, étaient des « experts neutres », et que les avis qu'ils donnaient aux pouvoirs publics sur les projets et décisions scientifiques et technologiques de ces derniers étaient inspirés uniquement et absolument par le souci du bien public. On les traitait comme des sages, planant sereinement et impartialement au-dessus de la mêlée politique des groupes d'intérêts rivaux. C'est encore vrai dans une large mesure ; mais le public a maintenant tendance à considérer que les intérêts scientifiques et technologiques ne sont au fond que des intérêts particuliers d'un genre un peu spécial, présentant

11. *La technologie contestée, op. cit., p. 15.*

davantage de similitudes avec les intérêts que défendent les groupes de pression classiques qui participent au processus « visant à influencer les affaires, les décisions ou les politiques du gouvernement ». Il ne pouvait pas en être autrement, semble-t-il, ne serait-ce que parce que les enjeux économiques des investissements scientifiques et technologiques sont maintenant beaucoup plus considérables que naguère et que, de ce fait, ils mobilisent des intérêts incomparablement plus importants et mettent en cause la survie même des institutions engagées. On se rend compte de plus en plus que les avis émis par les experts peuvent procéder de prémisses, de jugements de valeur, dont les implications vont bien au-delà de l'appréciation purement technique des éléments « de fait » d'une situation donnée et que, par conséquent, la neutralité politique des analyses d'experts ne saurait être considérée comme un article de foi¹². En outre, les autorités publiques peuvent parfois manipuler les avis techniques d'experts pour les mettre au service de leurs propres desseins.

En outre, la participation du public est devenue l'un des canaux par lesquels s'expriment des opinions différentes de celles qui prévalent dans l'ensemble de la communauté scientifique et technique. Les spécialistes qui ne parvenaient pas à rallier leurs pairs à leur façon de concevoir différemment les choses se sont efforcés de faire connaître leurs points de vue sur des problèmes d'ordre général en s'adressant directement à l'opinion publique et aux milieux politiques, en utilisant les mécanismes de plus en plus nombreux de la participation du public aux décisions. Cette évolution a été particulièrement nette dans le domaine de l'énergie nucléaire. En fait, rares sont les problèmes de nature technique qui seraient devenus des thèmes de participation du public si des « dissidents », à l'intérieur même de la communauté technique, ou des groupes de personnes venant de tous les horizons, mais partageant une vision particulière des choses, comme les « écologistes », n'avaient pas pris l'initiative d'ouvrir et d'alimenter le débat sur la place publique.

La participation du public dans le domaine de la politique scientifique présente à la fois des aspects positifs et des aspects négatifs. L'opinion suivant laquelle la participation du public serait nécessairement un bien en soi sur le plan politique, pose un problème quand on évalue en fonction du seul critère pragmatique suivant : permet-elle, à long terme, de prendre les décisions en meilleure connaissance de cause ? L'un de ses avantages tient évidemment au fait qu'elle ouvre, dans le processus de décision, des fenêtres par lesquelles peuvent entrer des considérations, touchant notamment les conséquences humaines des décisions qui n'auraient peut-être pas été prises en compte. La participation du public peut contribuer à faire le tri entre les considérations inspirées de jugements de valeur et les considérations purement techniques, entre ce qui découle des « faits » proprement dits et ce qui peut refléter une préférence politique. Elle peut aussi constituer la voie normale par laquelle peuvent entrer, dans le processus de décision, des opinions techniques plus diverses, et notamment des opinions relevant de disciplines techniques dont on pensait initialement qu'elles n'avaient aucun rapport avec la décision à prendre. On peut aussi faire valoir qu'une analyse politique et une évaluation technologique pluralistes, comportant un dialogue ouvert entre de multiples évaluations faites de points de vue différents, ont de bonnes chances de déboucher sur une décision servant davantage l'intérêt public qu'une décision fondée uniquement sur l'avis d'experts officiels, aussi bien informés soient-ils.

12. Pour un exemple typique de la façon dont une technologie prend une coloration politique au cours de son développement, voir : M. Pollak et D. Nelkin, « The Nuclear Establishment and its Ideology », paper for STS Program at Cornell University, 1977.

De nos jours, où l'électorat est mieux informé des problèmes et où l'opinion publique est traversée de courants de plus en plus attentifs et de plus en plus actifs sur le plan politique, la participation du public a un rôle significatif à jouer si l'on veut que la population dans son ensemble accepte les décisions importantes relevant de la politique scientifique et technologique concernant, par exemple, la construction d'installations chimiques et nucléaires, la création d'une industrie des combustibles synthétiques. Dans tous les pays de l'OCDE, des secteurs de plus en plus larges de la population s'interrogent sur les décisions qui les affectent et sur lesquelles ils n'ont pas été appelés à faire entendre leur voix. C'est là, en quelque sorte, un avatar moderne du principe fondamental selon lequel l'impôt doit être consenti par les représentants des contribuables.

Bon nombre des ouvrages et des études consacrés à la participation laissent subsister une ambiguïté fondamentale, extrêmement gênante. La participation est-elle seulement la garantie d'être entendu avant que la décision soit prise, ou bien le droit de prendre la décision elle-même ? Le « droit » de participation implique-t-il que les groupes affectés par certaines décisions ont un droit de veto sur ces décisions, et dans quelles conditions ? Une communauté peut-elle souverainement décider d'interdire l'implantation d'installations publiques sur son territoire, quels que soient par ailleurs les intérêts publics plus généraux qui pourraient être lésés par cette décision ? En pareil cas, à qui incombe exactement la charge de la preuve ?

Le problème du compromis à trouver, à l'intérieur d'une nation, entre les intérêts des sous-groupes et les intérêts généraux du corps social tout entier, se posera probablement aussi de plus en plus, en des termes analogues, sur le plan international, où il sera sans doute encore plus difficile à résoudre. L'implantation des installations nucléaires, par exemple, soulève déjà de vives controverses lorsque les principaux intérêts en jeu se situent sur un territoire relevant d'une autre souveraineté politique que celle dont dépend le site de l'installation.

Le problème de l'organisation du processus de participation prend de plus en plus d'importance à mesure que la demande de participation augmente. Il est évident qu'on ne peut pas appeler le public à participer toujours à toutes les décisions. Il faut donc que quelqu'un dise les décisions qui doivent faire l'objet d'une participation : doit-on confier ce soin aux divers groupes d'intérêts particuliers qui demandent aux décideurs d'écouter leur voix, ou bien aux décideurs eux-mêmes, censés être les seuls à avoir la « vue d'ensemble » nécessaire ? Et, à l'intérieur même de la procédure de participation, il faut bien que quelqu'un fasse le tri entre intérêts locaux et intérêts de chapelle, d'une part, intérêt public général, d'autre part, ou bien détermine quels sont réellement les enjeux respectifs des différents groupes concurrents. Le danger que présente un processus de décision trop « participatif » tient à ce qu'il risque de donner une priorité trop élevée à des intérêts bien organisés ou aux préoccupations de chefs de file qui, parce qu'ils sont particulièrement habiles à capter l'attention du fonctionnaire compétent, réussissent à les lui faire prendre en compte indûment. La question des critères qui déterminent les intérêts à prendre en considération dans la procédure de participation devrait être étudiée avec beaucoup plus d'attention qu'elle l'a été jusqu'ici.

Un problème particulier, lié à celui évoqué au paragraphe précédent, tient à ce que les intérêts « diffus » risquent d'être sous-représentés dans la procédure de participation, les intérêts de « chapelle » comportant des enjeux importants ayant au contraire des chances d'être avantagés. Auparavant, ce biais jouait généralement en faveur des intérêts économiques et technocratiques, car les préoccupations d'environnement, de santé et de sécurité étaient alors diffuses

et, de ce fait, généralement laissées de côté. Comme ces préoccupations se sont affirmées depuis quelques années, les intérêts qu'elles mettent en jeu se sont mieux organisés et savent maintenant se faire entendre des milieux officiels. Il se pourrait même que, dans un nombre croissant de cas, les intérêts économiques diffus soient insuffisamment représentés et que les intérêts de l'environnement jouent un rôle prépondérant dans le processus de décision. C'est normalement aux autorités publiques qui sont l'émanation de la nation, et aux administrations publiques, qui en sont l'instrument, qu'il incombe d'assurer une représentation convenable des intérêts diffus, en s'opposant à ce que les intérêts particuliers bien organisés envahissent tout le terrain comme ils ont parfois tendance à le faire. Les autorités et administrations se heurtent à plus de difficultés lorsque s'intensifie la concurrence entre les intérêts rivaux qui s'efforcent d'être pris en considération. L'une de ces difficultés tient à ce que les groupes qui s'opposent à quelque chose ne sont pas obligés de proposer autre chose.

On peut aussi critiquer la participation « excessive » du public en faisant valoir qu'elle retarde les décisions importantes. Il faut bien reconnaître que, dans de nombreux cas, un attermoisement ou une absence de décision peut équivaloir à une décision de fait. On prétend souvent que les ressources financières dont ils disposent avantagent considérablement les intérêts économiques lorsqu'ils plaident leur cause dans les diverses procédures de consultation et d'enquête ; mais il ne faut pas oublier que cet avantage est de plus en plus contrebalancé par les coûts élevés qu'impliquent les retards lorsque d'importants investissements sont en jeu, en particulier pendant les périodes où l'inflation est rapide et les taux d'intérêt élevés. On peut dire que l'inflation a mis une arme nouvelle et puissante dans les mains de ceux qui s'opposent au déploiement des technologies de grande envergure. Par exemple, les facteurs d'ordre purement économique qui conditionnent l'expansion du secteur de l'électricité nucléaire ont été considérablement altérés, notamment aux Etats-Unis, par l'allongement des délais d'autorisation et le retardement de la construction des centrales. Le cas des centrales nucléaires n'est d'ailleurs qu'un exemple extrême d'un phénomène beaucoup plus général. Si les coûts sociaux de l'inaction ou de l'attermoisement étaient sensiblement plus faibles que les coûts sociaux de l'action entreprise hardiment au risque de laisser de côté certaines considérations, mais rapidement, les retards d'ordre procédurier pourraient se justifier par le fait qu'ils améliorent la décision finale en permettant de la prendre en meilleure connaissance de cause. Cette question est naturellement controversée mais on a de plus en plus tendance, semble-t-il, à considérer que le prix de l'inaction est au moins aussi élevé, sinon davantage, que le prix de l'action suboptimale.

Quelques remarques, pour conclure, sur les améliorations qui pourraient être apportées au processus de participation. Tout d'abord, et surtout, sans doute importe-t-il d'informer le public le plus tôt possible. Si tant de projets ont suscité des controverses et des contestations dont on aurait pu se dispenser, c'est parce que le public n'en a été informé qu'à un moment où les plans étaient devenus difficiles à modifier. Lorsque le public est informé dès le début, on a plus de chances de pouvoir négocier des modifications avant que les controverses se polarisent et que les positions se durcissent dans l'opinion publique. En effet, lorsque les négociations sont ouvertes, dès les premiers stades d'un projet, avec les intérêts mis en cause par celui-ci, elles empêchent généralement les extrémistes de focaliser l'attention de l'opinion publique et de rallier à leur position les modérés qui seraient disposés à négocier un compromis viable.

Le nombre des enquêtes publiques et des instances de consultation devrait être réduit et le contenu des questions à débattre chaque fois devrait être élargi,

de façon à réduire la prolifération des procédures parallèles et, par conséquent, les risques de voir un projet dénaturé par de multiples assauts. Les problèmes fondamentaux, « génériques », devraient être traités en tant que tels, dans des instances séparées, et non pas incidemment, à l'occasion de décisions sur des projets spécifiques. Une fois réglés, les problèmes génériques devraient servir de base d'information et de référence admissible par tous dans les enquêtes et consultations sur les projets spécifiques ; la charge de la preuve serait ainsi transférée sur ceux qui chercheraient, à l'occasion d'un projet spécifique, à revenir sur un problème générique déjà réglé.

Il faudrait que tous les intérêts en jeu aient également accès aux dossiers techniques, notamment dès les tout premiers stades de l'évaluation d'un projet ou d'un programme, avant que les positions se soient durcies.

Les procédures de la participation aux décisions techniques devraient, dans toute la mesure du possible, être structurées de façon à séparer les problèmes de valeur des problèmes techniques, en particulier de façon à définir précisément les problèmes techniques sur lesquels il faut s'entendre et à formuler précisément les problèmes de valeur sur lesquels toutes les parties sont d'accord.

Finalement, il est tout aussi important d'insister sur le niveau général d'éducation en matière scientifique et technique pour que le public soit davantage en mesure de comprendre et les problèmes et les enjeux des développements technologiques : plus ce niveau sera élevé, plus le débat sera éclairé.

II. LES INCIDENCES DE LA TECHNOLOGIE - QUELQUES OBSERVATIONS GÉNÉRALES

1. *Répartition des coûts, des risques et des avantages*

L'un des principaux paradoxes que soulèvent les incidences de la technologie tient à l'antagonisme entre les inconvénients locaux et les avantages globaux de la technique. Les coûts ou les risques d'une technique nouvelle ne sont souvent supportés que par une fraction limitée de la population totale, alors que ses avantages sont au contraire largement diffusés, et cela d'autant plus souvent que les avantages pour un groupe limité sont à peine perceptibles alors que les avantages globaux pour l'ensemble de la population l'emportent de beaucoup sur le total des inconvénients dont le groupe limité a à pâtir. Les exemples abondent. L'automatisation bénéficie aux consommateurs d'un produit en réduisant le prix relatif de ce dernier, mais les coûts de l'automatisation sous forme de déplacements de travailleurs sont supportés par un petit nombre de personnes et peuvent traumatiser celles-ci. Il en est spécialement ainsi dans le cas des industries dont la production fait l'objet d'une demande relativement inélastique. Les exemples les plus flagrants se situent dans les industries anciennes, telles le textile et la chaussure, dont les travailleurs sont souvent trop âgés pour se recycler. Une grande centrale électrique peut dégrader l'environnement local tout en procurant des avantages largement répandus à l'ensemble de la population desservie par l'électricité qu'elle produit. Les travailleurs des métiers particulièrement dangereux, comme les mineurs, supportent une part disproportionnée des inconvénients liés à la production qu'ils assurent et qui peut comporter des avantages pour l'ensemble de l'économie nationale.

La disproportion entre, d'une part, les répercussions des coûts ou des risques et, d'autre part, celles des avantages économiques ou autres augmente à mesure que le monde dépend davantage de la division du travail et que les ressources font l'objet d'échanges mondiaux. Le problème devient plus aigu lorsque la division du travail dépend implicitement de l'existence d'importantes inégalités de revenu, la spécialisation étant alors stratifiée en fonction du niveau de revenu. C'est pour cette raison que le problème se pose de façon singulièrement aiguë dans les relations entre pays riches et pays pauvres.

Parfois, bien sûr, la disproportion entre les coûts et les avantages peut jouer en sens inverse ; par exemple, les effluents d'une zone à forte concentration industrielle, telle que la vallée de la Ruhr ou le complexe industriel des Grands Lacs, peuvent diffuser des sulfates acides sur une région très étendue qui ne retire que des avantages limités de l'activité de la zone industrielle mais dans laquelle la qualité de la vie et la productivité de l'agriculture peuvent être sérieusement dégradées par les retombées de cette activité.

En fait, c'est la complexité de la répartition des coûts et des avantages de la technologie qui est l'une des principales raisons pour lesquelles l'innovation sociale doit presque toujours aller de pair avec l'innovation technique pour que cette dernière soit réussie. Ce n'est pas seulement parce que les applications de la technologie exigent de nouveaux dispositifs institutionnels et de nouveaux modes de relations entre les gens ; c'est aussi parce qu'il faut que ceux qui ont à pâtir de ces applications reçoivent une compensation de la part de ceux qui en bénéficient. Lorsque les risques impliquent des menaces pour la santé et pour la vie même, cette compensation soulève des problèmes éthiques extrêmement délicats. Par exemple : dans quelle mesure suffit-il, du point de vue éthique, que le consommateur d'un produit subventionne l'assurance-santé ou l'assurance-vie du travailleur qui risque sa santé, voire sa vie, en fabriquant ce produit ? Il n'est évidemment pas admissible que ce risque dépasse un certain niveau, quelle que soit, par ailleurs, la compensation financière à laquelle il donne lieu. On ne peut pourtant pas éliminer absolument tous les risques et, en fait, il existe un point au-delà duquel la réduction du risque pour certains groupes peut être plus que contrebalancée par l'augmentation du risque pour l'ensemble de la population, uniquement du fait que le bien-être matériel se trouve réduit. Cette thèse a été vigoureusement plaidée par Wildavsky¹³. En outre, au-delà d'un certain point, les techniques nouvelles qu'on introduit pour éliminer des risques créent elles-mêmes, pour l'ensemble du corps social, des risques nouveaux plus importants que ceux qu'elles éliminent¹⁴.

La question de la répartition des coûts et des avantages des technologies nouvelles est l'une des raisons essentielles pour lesquelles nous affirmons que la science et la technologie sont certainement nécessaires, mais ne sont pas suffisantes, pour tirer le monde de la problématique triangulaire ressources-population-environnement dans laquelle il se débat actuellement. Si nous pouvions nous permettre de faire abstraction de cette question de répartition, les problèmes pourraient sans aucun doute être résolus par la science et la technologie. Elles en ont certainement les moyens. Mais la question fondamentale est de savoir s'il existe un ensemble de solutions technologiques qui soient compatibles avec les politiques de répartition indispensables, à la fois pour limiter les antagonismes et pour maintenir en place les institutions démocratiques et les mécanismes de participation qui, seuls, justifient l'effort tendant à surmonter nos problèmes matériels. Même si l'on pouvait démontrer qu'une société prospère est finalement compatible avec une société juste, il resterait la question de savoir s'il est possible de passer de l'une à l'autre sans sacrifier la justice et la démocratie pendant le processus de transition.

2. *La société et l'application de la technologie*

Fondamentalement, la science et la technologie sont neutres du point de vue éthique pour ce qui est de leurs incidences. Il importe à cet égard de distinguer deux genres de changements techniques : d'une part, les techniques « *mutationnistes* » qui concrétisent les innovations faisant date dans l'histoire, telles que la fission nucléaire, l'électronique des semi-conducteurs, l'ordinateur, le laser, la synthèse de l'ADN ; d'autre part, les innovations « *évolutionnistes* », qui sont les modifications progressives apportées aux techniques existantes

13. Aaron Wildavsky, « Richer is Safer », dans *The Public Interest*, n° 60, été 1980.

14. S. Black, F. Niehaus, D. Simpson, *How Safe is Too Safe*, IIASA Working Paper n° 79-68, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Autriche, juin 1979.

pour faire face aux pressions de la concurrence économique ou de la concurrence politique. Ce sont les techniques mutationnistes qui sont en grande partie « sui generis », du fait qu'elles sont le produit de l'environnement scientifico-technologique du moment, et ce sont elles qui peuvent avoir des incidences favorables ou défavorables, selon l'influence qu'exercent les pressions engendrées dans l'environnement socio-politique.

Les techniques mutationnistes apparaissent lorsque les temps sont mûrs, surtout du point de vue scientifico-technologique, et leur apparition initiale n'est probablement guère influencée par la société ; ce sont l'orientation et la rapidité des applications des techniques mutationnistes qui sont déterminées par la société, et notamment par les diverses espèces de pressions concurrentielles et de modes d'organisation qui existent au moment où les techniques mutationnistes apparaissent initialement. Par exemple, si la fission nucléaire a d'abord été utilisée pour fabriquer des armements et non pas pour produire de l'électricité, c'est à cause de la situation internationale qui régnait au moment où elle est devenue opérationnelle. La technologie des applications militaires de la fission nucléaire a entraîné la construction et le perfectionnement d'assemblages à neutrons rapides auxquels on ne se serait guère intéressé dans un monde plus pacifique. Les applications civiles de la fission nucléaire exigeaient en effet un ensemble de technologies auxiliaires et de progrès techniques entièrement différent de ce que nécessitait la fabrication d'armements. Autre exemple, en sens inverse : on ne peut s'empêcher de frémir en imaginant ce qui aurait pu (et pourrait encore) se passer si les techniques de la synthèse de l'ADN avaient été découvertes avant 1939.

Bon nombre des incidences de la technologie ont tendance à dépendre de la concurrence et, de plus en plus, de la concurrence internationale. L'exemple le plus typique est naturellement celui de la course aux armements nucléaires ; mais il semble bien qu'il en soit de même pour l'évolution des techniques de l'information, des applications de la « nouvelle biologie », de l'électricité nucléaire, de l'automobile, des transports aériens. Si on laisse la concurrence régir toute seule l'évolution des applications des technologies nouvelles, on risque fort de voir leurs effets défavorables s'accroître au point de ne plus pouvoir être maîtrisés, car ceux-ci ne se reflètent guère dans les influences de la concurrence, qu'elle soit politique ou économique. Par conséquent, l'une des tâches essentielles d'un examen au niveau international consiste à ébaucher de « nouvelles règles du jeu » telles que les effets défavorables soient moindres que si la concurrence agissait seule, et à définir ces règles à un stade relativement précoce du processus, avant que les intérêts en place, les situations acquises et le dynamisme de la concurrence rendent impossible leur application obligatoire. C'est en cela et à ce moment que l'évaluation technologique orchestrée sur le plan international a un rôle absolument vital à jouer. Un accord international fixant des règles limitant les recherches sur la synthèse de l'ADN serait un exemple de « règles de jeu » de ce genre. Un accord international sur les critères des émissions polluantes des automobiles pourrait en être un autre exemple.

Deux exemples d'une telle coopération sont les efforts tendant à établir des normes internationales pour les émissions provenant de la combustion du charbon utilisé comme source d'énergie afin de réduire les pluies acides, et les efforts tendant à limiter la production de certains hydrocarbures fluorés qui peuvent dégrader la couche d'ozone atmosphérique. De nombreux autres exemples d'actions apparaîtront certainement dans l'avenir : limiter l'augmentation des émissions de CO₂ et de N₂O provenant de l'utilisation de combustibles fossiles, limiter les émissions d'isotopes radioactifs à longue période provenant des activités de retraitement du combustible nucléaire dans le monde, limiter

la dispersion des hydrocarbures dans les océans, peut-être aussi maîtriser les changements de climat provoqués par les grands travaux hydrauliques ou la déforestation dans les zones tropicales, limiter la dispersion des métaux toxiques dans l'environnement mondial.

Les difficultés dans tous ces domaines tiennent à ce que les exigences de la concurrence entre pays ou entre entreprises ont tendance à exercer davantage d'influence, dans les débats, que les incidences à long terme, qui sont souvent incertaines et hypothétiques. Certes, des arguments puissants militent à l'encontre d'une prise en compte trop hâtive des contraintes : mais plus on diffère la prise en compte des contraintes dans la pratique, plus s'enracinent les intérêts acquis qui commandent les orientations de l'évolution technologique. Ce qu'il faut, c'est établir un équilibre convenable entre, d'une part, ces intérêts acquis potentiels et, d'autre part, les inévitables incertitudes d'ordre scientifique que comporte la prévision des incidences à long terme. Le degré de prudence qu'il convient d'adopter est probablement une question beaucoup plus sujette à controverses et susceptible d'entraîner des divisions que ne le sont les faits techniques eux-mêmes.

3. *L'exemple de la technologie de l'information*

Il n'est guère douteux que c'est dans le domaine de la technologie de l'information que l'innovation est actuellement la plus dynamique. Non seulement la productivité augmente à un rythme spectaculaire dans la production de biens et de services informatiques, mais en outre la diffusion des techniques de l'information dans les industries manufacturières et dans les activités de services accroît la productivité plus ou moins proportionnellement à la mesure dans laquelle ces techniques sont introduites dans une branche donnée. De ce fait, on assiste depuis quelque temps à l'une des résurgences périodiques de craintes que suscite l'adoption de techniques nouvelles considérées comme créatrices de chômage. La perception des effets de déplacement d'emplois de la micro-électronique paraît particulièrement intense en Europe.

En fait, nous nous trouvons en ce moment dans une situation paradoxale : beaucoup de gens vont répétant que la lenteur actuelle de la croissance et la stagflation que nous connaissons ne peuvent être éliminées que grâce à des améliorations de la productivité ; d'autres tirent la sonnette d'alarme et soutiennent que la diffusion de la technologie de l'information va déclencher une vague de chômage sans précédent. Les données disponibles à cet égard ont été examinées par l'OCDE. La situation est complexe et les informations empiriques disponibles ne permettent guère de formuler de conclusions précises. Les résultats à cet égard peuvent être récapitulés comme suit : la réduction des niveaux d'emploi n'est en aucun cas le résultat inévitable de l'application des techniques de pointe en matière d'électronique et de télécommunication. Dans le passé, durant la période d'après-guerre, les taux de croissance de la demande de production s'ajustèrent aux taux de croissance de la productivité essentiellement par des changements dans les prix de production. De ce fait, les économies de coût furent transmises aux consommateurs par des réductions dans les prix relatifs, conduisant à des accroissements de la demande de production et d'entrée de facteurs. Cette entrée totale de facteurs ne s'accroît pas, par conséquent, moins rapidement dans les industries ayant des taux élevés de croissance de productivité que dans l'économie en général. Bien entendu, comme ces changements de productivité se sont produits, pour la plupart, avant la généralisation des technologies de l'information, la question reste posée de savoir si celles-ci présentent réellement des caractères nouveaux, faisant que le changement technique actuel diffère qualitativement des précédents.

Or, il présente deux caractères qui le singularisent. Le premier est la rapidité sans précédent du *rythme* d'accroissement de la capacité de traitement de l'information qui décuple environ tous les cinq ans par rapport aux coûts unitaires. Le second est le fait que la technologie de l'information a probablement ses incidences les plus fortes dans le secteur des services, où jusqu'ici le rapport capital/travail a été faible et le taux de croissance de la productivité inférieur à la moyenne, de sorte qu'il a été un secteur absorbant des emplois résiduels et notamment des emplois correspondant à l'augmentation rapide du taux d'activité de la population féminine. En effet, le taux de croissance annuel du capital par employé a été de 30 à 40 % plus élevé dans le secteur des industries manufacturières que dans le secteur des services privés. L'expansion rapide des activités de services s'est produite pendant une période où l'offre de techniques économisant la main-d'œuvre était très limitée et où simultanément l'offre de main-d'œuvre représentée par les femmes entrant dans la population active était très élastique.

La question se pose de savoir si avec le développement rapide de la technologie de l'information à faibles coûts et avec l'augmentation rapide de la part des frais généraux dans les coûts de production, l'évolution observée dans le passé va se poursuivre dans l'avenir. En faveur de la technologie de l'information, on peut noter que la demande de services est généralement très élastique par rapport aux prix, et que les micro-ordinateurs peuvent effectivement réduire le contenu en capital de l'unité de production davantage que son contenu en travail. Il se pourrait donc que, dans le domaine de l'information, le capital ne se substitue pas désormais au travail, mais qu'il le complète. La « nouvelle technologie » pourrait ainsi faire augmenter le rythme d'accumulation du capital à un point tel que celui-ci pousserait à une diminution éventuelle de la main-d'œuvre par unité de capital. Tout cela, bien sûr, reste à voir, mais il serait prématuré, et peut-être anti-économique, de freiner le déploiement de la technologie de l'information dans le seul but d'éviter qu'elle ait des effets défavorables sur l'emploi global.

Il importe de noter aussi que la technologie de l'information économise non seulement du travail, mais aussi d'autres ressources. On commence à peine à discerner les possibilités d'utiliser la microélectronique pour économiser aussi bien l'énergie que les matières premières, non seulement dans les activités de production, mais aussi dans les activités de consommation. Nous allons, en fait, connaître une époque où les prix de l'énergie et de maintes matières premières pourraient augmenter plus vite que les coûts de la main-d'œuvre et où, par conséquent, la pression tendant à réaliser des économies sur ces coûts de facteurs pourrait être bien plus intense que pendant l'évolution qu'a connue jusqu'ici la civilisation industrielle. En raison notamment de la diminution du coût de la technologie de l'information, les retombées favorables des investissements en capital destinés à économiser l'énergie et les matières premières pourraient être particulièrement importantes et les économies ainsi réalisées pourraient dégager un pouvoir d'achat susceptible d'accroître la demande de main-d'œuvre dans d'autres secteurs.

Les gouvernements des pays de l'OCDE peuvent considérablement faciliter ce processus en encourageant de toutes les façons possibles les applications de la technologie de l'information qui tendent à réaliser des économies de ressources et d'énergie. Les répercussions favorables de ces actions sur l'emploi global seront probablement beaucoup plus importantes que celles des mesures limitant les applications de la technologie de l'information qui tendent à réaliser des économies de main-d'œuvre. Par exemple, on peut utiliser la technologie de l'information pour canaliser beaucoup plus précisément les apports d'énergie

vers les utilisations où ils sont absolument indispensables, et réduire ainsi la consommation totale d'énergie dans les bâtiments ou les usines. On utilise déjà la technologie de l'information pour moduler les processus de combustion dans les moteurs d'automobile ou les chaudières d'usine, de façon à réduire la consommation d'énergie primaire. En utilisant ces technologies pour écarter sélectivement les charges de pointe appelées, on peut réduire la nécessité d'installer des capacités de production d'électricité supplémentaires destinées uniquement à faire face aux pointes de charge, qui gaspillent des ressources rares en pétrole et en gaz. Le remplacement des transports par des moyens de communication perfectionnés, notamment dans les zones urbaines, se prête aussi, semble-t-il, aux applications de la technologie et de l'information ; ce n'est encore qu'une possibilité, mais une possibilité qui mérite sans aucun doute d'être activement étudiée.

4. *Technologies ayant des incidences globales*

Nous avons donné plus haut un certain nombre d'exemples de ces technologies et nous avons souligné que, faute d'actions collectives transcendant les frontières nationales, la concurrence tendra à orienter le déploiement des nouvelles technologies d'une façon telle que les dommages causés à l'environnement iront au-delà de ce que serait l'équilibre optimal entre la croissance matérielle et la qualité de l'environnement. Ces actions collectives devraient bénéficier d'une priorité plus élevée que celle qui leur est actuellement affectée. Des négociations globales, au niveau planétaire, ne sont cependant pas indispensables puisque la plupart des effets exercés sur l'environnement le sont par des activités économiques réalisées dans les pays les plus prospères. De ce fait, l'OCDE a de bonnes occasions de jouer un rôle moteur, plus actif encore que celui qu'elle a joué jusqu'ici. Quelques exemples :

a) *Le problème des hydrocarbures fluorés*

Au cours des dernières années, plusieurs pays Membres ainsi que les Communautés européennes ont pris séparément des mesures pour limiter la production ou l'utilisation d'hydrocarbures chlorofluorés. Toutefois, étant donné la dimension véritablement planétaire de ce problème, il y a lieu de parvenir à un accord sur une façon commune de l'aborder et sur les buts communs à viser. Le Comité de l'Environnement de l'OCDE est activement engagé dans un tel effort et prépare actuellement un rapport résumant l'état des connaissances sur les effets des hydrocarbures chlorofluorés sur la diminution de la couche d'ozone, sur les effets d'une éventuelle augmentation du rayonnement ultra-violet sur la santé et l'environnement, sur les substituts existants aux hydrocarbures chlorofluorés, et les effets sur la santé, l'environnement, l'économie et la société de divers scénarios concernant les futures émissions de substances affectant la couche d'ozone. Ces travaux tiennent compte des efforts de recherche scientifique en ce domaine entrepris dans le cadre du Programme des Nations Unies sur l'Environnement. L'élaboration d'une façon commune d'aborder le problème des hydrocarbures fluorés permettra d'acquérir une expérience qui pourrait être très utile si des problèmes d'une dimension mondiale similaire devaient être traités à l'avenir (par exemple le problème du CO₂, s'il se révélait effectivement aussi sérieux qu'il le paraît actuellement).

b) *Les pluies acides*

Les éléments d'information qui s'accumulent prouvant qu'il s'agit là d'un problème plus sérieux et plus général qu'on le pensait initialement, et que certains de ses aspects, tels que la mobilisation des métaux lourds toxiques,

sont peut-être irréversibles. Jusqu'à présent, le problème a davantage un caractère régional que global, les principales zones d'impact étant la péninsule scandinave, la région nord-est des Etats-Unis et la région sud-est du Canada. Il constitue un cas typique de la dichotomie des risques et des avantages. La CEE a réalisé certains progrès importants dans le domaine de l'évaluation, mais n'a pu parvenir à réaliser un consensus dans le domaine de l'action ; des difficultés analogues ont surgi entre différentes régions des Etats-Unis¹⁵. Le Comité de l'Environnement de l'OCDE a joué un rôle de pionnier dans le domaine de la pollution transfrontière à longue distance. Ses travaux ont conduit à l'adoption de plusieurs recommandations par le Conseil.

15. G. Wetstone : « Air Pollution Control Laws in North America and the Problem of Acid Rain and Snow », *Environmental Law Reporter*, pp. 10 ELR 50001-50020, février 1980.

III. LES PERCÉES TECHNOLOGIQUES DANS L'AVENIR

1. *Méthodes de prévision de l'évolution technologique et de ses incidences*

La prévision technologique est assurément un art difficile plutôt qu'une science. Mais quelles que soient ses difficultés et les limites des instruments sur lesquels elle s'appuie, on ne peut éviter d'y recourir. Dans un monde qui change de plus en plus vite, on l'a dit souvent, il faut des phares qui portent de plus en plus loin, même si leur éclairage se condamne en raison même de la distance à l'approximation de l'avenir. La première méthode consiste à rechercher les percées technologiques que peuvent créer le progrès scientifique et les techniques mutationnistes potentielles. Elle est très utile pour schématiser les possibilités. Toutefois, le nombre de celles-ci dépasse toujours de loin les capacités qu'a la société de les exploiter, de sorte que cette méthode ne permet pas de résoudre la question de savoir quelles sont les forces sociales et économiques qui déterminent les possibilités techniques effectivement choisies et celles laissées en sommeil.

La seconde méthode consiste à rechercher une nouvelle articulation des demandes ou des besoins sociaux à laquelle la technique pourrait contribuer. Parmi les exemples les plus évidents de ces besoins figurent, d'une part, l'utilisation plus efficace de l'énergie et des matériaux, c'est-à-dire la production, avec une moindre consommation d'énergie et de matières premières, d'un volume donné de services destinés aux consommateurs et, d'autre part, l'accroissement des capacités de traitement de l'information pour répondre à la complexité croissante du processus de répartition des services publics et sociaux. Cette méthode tend à mettre en relief les aspects socio-techniques de l'innovation, l'intégration du changement social et du changement technique.

L'opération consistant à obtenir une production sociale plus utile avec le même volume de facteurs de production revêt généralement un caractère socio-technique plus accentué que l'opération consistant à obtenir simplement une production plus importante. Ainsi, par exemple, accroître l'approvisionnement en énergie pose essentiellement un problème technique, encore que sa résolution puisse avoir d'importantes incidences sociales localisées. Par contre, l'utilisation plus efficace de l'énergie met en jeu une combinaison beaucoup plus complexe d'innovations institutionnelles et d'innovations techniques, tout simplement parce qu'elle implique un nombre beaucoup plus grand de décisions individuelles décentralisées qu'en implique la construction de grandes installations de production d'énergie. De même, on peut accroître les moyens de transport et la mobilité de la population en construisant de nouvelles routes, mais les considérations de coûts et d'avantages comparés militent en faveur d'une utilisation plus efficace de l'infrastructure des transports existants, dont on

peut accroître le rendement en étalant les heures de pointe de la circulation, par exemple, ou par des mesures économiques incitant à accroître le facteur de charge des véhicules.

En général, ni l'une ni l'autre de ces deux méthodes ne permet d'anticiper convenablement l'évolution future. Les projections fondées uniquement sur les besoins ou sur les demandes ont tendance à négliger la faisabilité technique ou les coûts relatifs des diverses possibilités techniques. Paradoxalement, alors que le grand public éprouve, d'un côté, un sentiment de désenchantement à l'égard de la technologie, il a, d'un autre côté, pour celle-ci une confiance illimitée et, souvent, il assimile les aspirations et besoins de la société aux inventions sans tenir suffisamment compte des possibilités techniques. Les projections optimistes concernant l'utilisation de l'énergie solaire et des ressources renouvelables entrent probablement dans cette catégorie.

Théoriquement, la méthode idéale de prévision consiste à identifier les cas où une possibilité technique et une demande sociale coïncident. Ceci est souvent plus facile à faire rétrospectivement qu'à l'avance. On se rend compte maintenant, par exemple, que la crise qu'a connue la presse écrite à la fin des années 60 préfigurait la rapidité exceptionnelle avec laquelle les procédés d'impression informatisés ont été appliqués dans ce secteur¹⁶. Des coïncidences analogues entre besoins et possibilités dans l'avenir pourraient être, par exemple, les suivantes :

- L'utilisation de la technologie de l'information pour améliorer les prestations de services publics tels que les services médicaux, les services d'enseignement (notamment l'éducation permanente et le recyclage), la régulation des transports, la protection sociale, les transferts de revenu.
- La généralisation des matériels et des procédés informatiques dans les administrations publiques et privées et dans les services généraux des entreprises industrielles et commerciales. La tendance à comprimer les dépenses de bureau à mesure qu'augmente leur proportion dans l'ensemble des frais généraux de production favorisera probablement — et commence déjà à favoriser — la diffusion rapide des nouvelles technologies de l'information. Cette diffusion aura sans doute pour effet de freiner l'accroissement des frais généraux plutôt que de les réduire.
- La substitution des télécommunications aux transports, les combustibles utilisés par ceux-ci devenant plus onéreux et les télécommunications pouvant remplir des fonctions d'information plus complexes moyennant des coûts en diminution constante¹⁷.
- L'utilisation de nouvelles techniques biologiques et chimiques pour manipuler en sécurité et éliminer définitivement les déchets organiques toxiques. L'opinion publique s'est tout d'un coup rendu compte que la manutention des déchets chimiques pose un problème social majeur, ce qui impose à ceux qui produisent ces déchets des coûts qui augmentent très rapidement et mettra à leur charge, dans l'avenir,

16. Anthony Smith, *Goodbye Gutenberg - The Newspaper Revolution of the 1980s*, *op. cit.*, Partie II, Chapitre 3.

17. Voir « La contribution des télécommunications à la conservation de l'énergie », Document OCDE reproduit dans OT-Special Publication 77-17, United States Department of Commerce, Office of Telecommunications, juillet 1977.

des obligations imprévisibles. Il est probable que les pressions économiques et sociales accéléreront l'innovation technologique dans ce domaine et que de nouvelles techniques chimiques et microbiennes seront mises au point pour y faire face. Il est probable aussi que les techniques des forages profonds, combinées à une amélioration considérable des connaissances géologiques et de la cartographie des structures profondes, accroîtront l'intérêt de la solution consistant à éliminer, en les injectant dans ces structures, non seulement les déchets radioactifs, mais aussi de nombreux déchets chimiques toxiques. Les pressions tendant à étendre les applications des géotechnologies qu'engendreront les activités de recherche de pétrole et de gaz naturel ouvriront aussi de nouvelles possibilités techniques dont bénéficieront probablement les méthodes d'élimination des déchets.

- L'utilisation de technologies perfectionnées de l'information pour canaliser plus précisément les apports d'énergie vers les secteurs — et seulement vers eux — où ces apports sont indispensables pour les utilisations finales — évolution qui sera accentuée par les changements extrêmement favorables des coûts relatifs des technologies de l'information par rapport à ceux des ressources en énergie, comme on l'a noté plus haut. Il se pourrait, notamment en matière d'électricité, qu'on s'oriente dans la voie de la régularisation de la charge appelée des centrales grâce à des dispositifs automatiques permettant d'écarter les pointes de consommation moins essentielles et de réduire ainsi la puissance installée pour un niveau de consommation donné.
- Dans un avenir plus éloigné, on pourrait envisager d'utiliser des technologies fondées sur les progrès de la biologie pour accroître la production alimentaire et, éventuellement, pour remplacer certains procédés industriels de chimie non organique¹⁸.

La méthode consistant à rechercher les coïncidences entre les possibilités techniques et les demandes sociales doit être complétée par une recherche des incidences secondaires que peuvent avoir les changements technologiques et qui ne sont pas directement liées aux objectifs principaux de ces derniers — autrement dit, cette recherche doit être complétée par une évaluation technologique. On a déjà examiné la question des incidences des technologies de l'information sur l'emploi ; mais il importera aussi d'étudier leurs incidences sur la *qualité du travail* et sur la *structure des organisations*. C'est probablement là un domaine où les programmes de recherche planifiés au plan multinational, réalisés dans les pays Membres, et qui sont envisagés plus haut, pourraient être particulièrement fructueux. Dans ce domaine, en effet, on a déjà procédé à de multiples échanges internationaux d'informations et d'expériences, mais on n'a relativement guère planifié de recherches coordonnées relevant des attributions des ministres chargés des Affaires scientifiques.

2. Un exemple de système de classification

On utilisera ci-après le système de classification proposé par le gouvernement français dans son récent programme décennal de la recherche¹⁹.

18. Cf. « Industrial Applications of Recombinant DNA Techniques », *Hearings before the Subcommittee on Science, Technology and Space of the Committee on Commerce, Science and Transportation*, US Senate, 96^e Congrès, n° de série 96-105, 20 mai 1980.

19. « Préparation du plan décennal de la recherche », dans *Le Progrès scientifique*, n° 206-207, DGRST, Paris, mai-août 1980.

- i) *Valorisation des acquis scientifiques et technologiques arrivés à maturité*
 - Les technologies de l'information, de la communication et du contrôle.
 - Les technologies spatiales.
 - La microbiologie.

- ii) *Les domaines prometteurs*
 - Le génie génétique.
 - La photochimie.
 - Le génie enzymatique.
 - Les réacteurs à neutrons rapides autres que les surrégénérateurs rapides refroidis par métal liquide.
 - La catalyse et la chimie des interfaces.

- iii) *Domaines interdisciplinaires et intersectoriels*
 - Les matériaux en général, y compris le remplacement progressif des métaux et des alliages par des céramiques, des matériaux composites et des polymères.
 - Les techniques d'essai non destructives et les systèmes de contrôle de qualité, les appareillages de mesure physique de l'extérieur.
 - L'évaluation des risques et la modélisation.
 - La corrosion et les nouvelles méthodes destinées à empêcher la corrosion grâce aux traitements de surfaces (revêtements réfractaires, implantations d'ions, traitement de surfaces par faisceaux d'électrons ou par laser, etc.).
 - L'utilisation efficace de l'énergie.

- iv) *Les systèmes complexes interactifs*
 - La modélisation du climat à grande et à petite échelle.
 - Les cycles chimiques globaux et les incidences des activités humaines sur ces cycles (par exemple, carbone, azote, soufre, phosphore, eau).
 - Les actions délibérées sur l'environnement, notamment sur le temps, le climat, la stratosphère, l'albédo terrestre, sur une base régionale.
 - L'analyse coûts-avantages et l'analyse de rentabilité des systèmes de santé et des méthodes de gestion et de protection de l'environnement.
 - L'analyse des écosystèmes et la gestion des ressources renouvelables.
 - La sociologie des milieux de travail.
 - L'évaluation des ressources en fonction des théories géologiques modernes (tectonique des plaques) et de la télédétection par satellite.

Il n'est pas possible de passer en revue tous ces exemples. On se bornera ici à considérer quelques-unes des possibilités techniques qui s'offriront à l'avenir, afin d'indiquer les types de problèmes d'ordre politique qui pourront se poser. La réflexion portera donc sur trois domaines : technologie de l'information et microélectronique, techniques fondées sur la « nouvelle biologie », technologie des matériaux.

3. *Problèmes d'ordre politique posés par certaines possibilités techniques*

a) *La microélectronique et la nature du travail et de l'emploi*

La diffusion des applications de la microélectronique, en particulier dans les travaux de bureau, aura tendance à supprimer de façon sélective les emplois les plus routiniers dans le domaine du traitement de l'information. Cela posera un problème en ce sens que les femmes, en particulier les nouvelles venues sur le marché du travail, sont fortement majoritaires dans ce type d'emploi. Deux questions se posent à cet égard. Premièrement, l'élasticité de la demande de travail d'ordre informationnel sera-t-elle suffisante pour que l'accroissement de la productivité des travaux de bureau qui résultera de l'informatisation ait uniquement pour effet de ralentir l'augmentation du niveau de l'emploi et non de provoquer une perte sèche d'emploi ? Deuxièmement, le taux d'activité des femmes est-il sur le point de se stabiliser et, de ce fait, les tâches routinières de l'information devront-elles ne plus absorber des effectifs aussi nombreux que par le passé ? Il se peut aussi que les employeurs hésitent à financer des activités de recyclage d'une main-d'œuvre féminine dont ils peuvent mettre en doute la stabilité de la participation à la population active²⁰. Quelle que soit la réponse qui sera apportée aux deux premières questions, l'introduction d'équipements informatiques dans les bureaux exigera des efforts de recyclage et des investissements en « ressources humaines » extrêmement importants.

D'autre part, il est possible que l'utilisation des réseaux de télécommunication reliés à des terminaux d'ordinateurs permette de nombreux travaux de bureau de façon décentralisée, à domicile ou dans de petits bureaux locaux. Cela pourrait offrir de nouvelles possibilités d'emploi aux femmes ayant des responsabilités familiales ou obligées de se déplacer pour suivre leur mari, ou bien aux handicapés. Cela pourrait aussi faciliter le partage des tâches, notamment dans les activités de services, car la « mémoire de l'organisation », qui exige habituellement la présence d'employés à plein temps dans les locaux de celle-ci, selon des horaires réguliers, pourrait être remplacée par des systèmes plus perfectionnés pour stocker et retrouver les informations liées à l'exécution de chaque tâche, permettant ainsi à plusieurs employés successifs de traiter ces informations aussi efficacement qu'un seul employé à plein temps.

Le courrier électronique et les techniques de transfert de fonds automatisées pourraient bien être sur le point de bouleverser la structure des emplois dans les services postaux. La distribution du courrier et des journaux, notamment à l'échelon local, étant fortement tributaire des moyens de transport, ses coûts sont considérablement accrus par l'augmentation vertigineuse du prix des combustibles. Par contre, les prix des télécommunications, du stockage de l'information et des équipements de terminaux deviendront vraisemblablement plus abordables ; le moment viendra, dans un avenir assez proche, où des séries d'opérations pouvant être effectuées électroniquement deviendront meilleur marché que les procédés de transmission de l'information nécessitant le transport physique de matériel imprimé. La hausse des prix du papier, dont la fabrication est très coûteuse en énergie, contribuera également à cette évolution. On a estimé, par exemple, aux Etats-Unis, que « si le prix du gallon d'essence atteignait 1.50 dollar, les journaux seraient en faillite »²¹.

20. Ces questions ont été évoquées lors de la Conférence à haut niveau des pays Membres de l'OCDE sur l'emploi des femmes, dont la Déclaration rappelle que « compte tenu de l'éventualité d'une expansion limitée des possibilités d'emploi, les pays Membres... devraient adopter une politique de l'emploi qui offre des possibilités d'emploi égales aux hommes et aux femmes ».

21. A. Smith, *Goodbye Gutenberg - The Newspaper Revolution of the 1980s*, op. cit., p. 73.

Voici, à titre d'exemples, quelques-uns des changements qui pourraient se produire dans ce domaine : les journaux électroniques à domicile, sur les écrans des récepteurs de télévision (probablement pas avant les années 90, sauf si des progrès considérables permettaient d'abaisser plus rapidement les coûts de fabrication des terminaux), le transfert électronique de fonds (TEF) (technique qui connaît actuellement une diffusion rapide aux Etats-Unis), le courrier électronique technique (qui est déjà utilisé pour le courrier commercial, grâce à des téléphones reliés à des unités de traitement de texte, et qui devrait se généraliser dès le milieu des années 80), les services électroniques d'achat à distance (ils existent déjà, sur une petite échelle, pour certaines opérations spécialisées, mais il se pourrait bien qu'il faille attendre assez longtemps pour qu'ils deviennent rentables et que les problèmes institutionnels posés par la mise en place des systèmes nécessaires puissent être résolus).

Les bureaux « électroniques » offrent un certain nombre de possibilités différentes en ce qui concerne l'organisation des tâches. En effet, on pourra faire en sorte que l'organisation des fonctions effectuées dans les bureaux dépende davantage de la programmation (logiciel) que de la configuration du matériel, de sorte que cette évolution ouvrira de grandes perspectives à la participation au sein de l'entreprise, car il faudra associer la main-d'œuvre à la conception et à l'adaptation permanente des systèmes afin d'améliorer la qualité et l'efficacité du travail.

La diffusion des nouvelles techniques de l'information devrait, en fait, se prêter particulièrement bien à l'instauration d'une participation au niveau de la conception des systèmes et de l'organisation des tâches. Lorsqu'on considère la rapidité extraordinaire avec laquelle l'utilisation de systèmes informatisés dans l'édition des journaux se réalise, on constate que les entreprises qui enregistrent les résultats les plus satisfaisants à cet égard « sont celles qui ont fait recours à des procédures démocratiques ou à des consultations intensives »²². Pour mettre en place des systèmes informatisés « bon nombre des grands journaux qui sont à la pointe du progrès dans ce domaine ont dû décrire de façon détaillée le rôle qu'ils jouent en tant que système de communication et en tant qu'élément du corps social lorsqu'ils ont défini les caractéristiques techniques auxquelles devaient répondre les équipements commandés »²³. Dans le cas du *Washington Post*, il a fallu deux ans pour décrire en détail les fonctions sociales de la salle de rédaction aux ingénieurs chargés de la conception des systèmes. Il convient de noter que, dans le cas de l'expédition Apollo, les astronautes, tout comme le personnel chargé de suivre les opérations en vol, ont été étroitement associés, dès le début, à tout le processus de mise au point du vaisseau spatial et des différents systèmes de contrôle en vol²⁴.

Il y a tout lieu de penser que les organisations syndicales insisteront de plus en plus pour être associées, dès le début, à la planification de la mise en œuvre d'équipements informatiques, aussi bien dans les bureaux que dans les ateliers et usines. En Norvège, par exemple, une convention nationale entre les fédérations patronale et syndicale prévoit une procédure de consultation obligatoire du personnel avant la mise en œuvre de systèmes informatisés. L'objectif essentiel de cette procédure est d'atténuer les bouleversements susceptibles de se produire, « au moyen de consultations réciproques permettant d'informer le personnel et de procéder à des échanges de vues » ; mais il est

22. *Ibid.*, p. 96.

23. *Ibid.*, p. 189.

24. G.M. Low, « Space Program Experience », dans *Outlook for Nuclear Power*, National Academy of Sciences, Washington, D.C., 1980, pp. 32-38.

certain que le succès même de la mise en œuvre des nouvelles techniques serait compromis si les consultations n'avaient pas lieu. En effet, si les travailleurs ne sont pas invités à apporter leur soutien, il est vraisemblable qu'ils tenteront de s'opposer à toute innovation, quelle qu'elle soit. Or, une telle attitude serait, à long terme, non seulement préjudiciable à l'ensemble de la société, mais aussi, en définitive, inefficace. La productivité des travaux de bureau, des services financiers et des autres activités à caractère administratif dépend beaucoup de l'attitude adoptée par le personnel qui s'y livre et de son esprit de coopération. Or, dans ces emplois, on ne peut pas obliger matériellement le personnel à coopérer autant qu'on peut le faire dans les activités industrielles, et il est difficile, voire impossible, de détecter les insuffisances de coopération et d'y remédier. Si l'on veut obtenir cette coopération du personnel, il faudra qu'il participe de plus en plus à la conception des technologies et de l'organisation des bureaux. Autrement, les gains de productivité possibles en théorie ne seront pas obtenus dans la pratique. Fort heureusement, les technologies de l'information, en particulier les logiciels, se prêtent tout particulièrement à une conception et une organisation faisant appel à la participation du personnel intéressé.

L'une des raisons de l'inefficacité des essais de bloquer l'innovation tient au fait que, souvent, les déplacements d'emploi qui se produisent au sein d'une entreprise donnée ont pour cause des facteurs sur lesquels celle-ci ne peut guère agir. Dans la plupart des cas, ces déplacements sont dus, en premier lieu, non pas à des accroissements de la productivité de l'entreprise considérée, mais à la concurrence d'autres entreprises ou d'autres branches. L'entreprise en question éprouve alors des difficultés financières parce que son marché est envahi par une entreprise ou une branche concurrente mieux organisée ou utilisant des techniques plus efficaces, et elle se trouve devant un dilemme : ou bien accroître sa propre productivité ou bien disparaître. Telle est, par exemple, la situation dans laquelle se trouvent les journaux, face aux moyens de communication électronique ; les métiers de l'imprimerie, face aux méthodes de reprographie à bon marché (les mesures qu'on peut prendre pour protéger les droits de l'auteur ne sont pas applicables sur une échelle suffisante pour empêcher l'érosion des parts de marché) ; les transports, face aux télécommunications ; la construction et l'exploitation de nouveaux systèmes utilisant des énergies nouvelles, face à ceux qui permettent d'améliorer les rendements énergétiques ; l'industrie automobile américaine, traditionnellement tournée vers la production de grosses cylindrées, face à son homologue japonaise, très automatisée et fabriquant des voitures consommant peu de carburant ; les unités de production à forte intensité de main-d'œuvre d'un pays donné, face aux unités de production très automatisées d'un autre pays, etc.

S'opposer à la modernisation d'une entreprise ou d'une branche n'est pas une stratégie efficace à long terme pour empêcher les déplacements d'emploi. Elle peut, tout au plus, retarder l'inévitable et rendre finalement le processus d'ajustement encore plus pénible. Les pays de l'OCDE ont beaucoup à gagner en apprenant les uns des autres au sujet des meilleurs moyens d'introduire la technologie de l'information au prix d'un minimum de bouleversement.

On peut donc être relativement optimiste en ce qui concerne les incidences à long terme de l'introduction des technologies de l'information sur l'emploi qui devraient pouvoir être maîtrisées, mais les perspectives paraissent plus incertaines en ce qui concerne les incidences à court et à moyen terme, en particulier sur les emplois de routine. A moyen terme, en effet, l'introduction de l'informatique risque fort d'avoir de sérieuses répercussions humaines, auxquelles on ne saurait demeurer insensible et dont l'élimination exigera

beaucoup d'habileté. Il faudra faire en sorte que les salariés puissent bénéficier des avantages économiques de l'augmentation de la productivité, même si cela devient plus difficile à cause de l'accentuation de la concurrence. Le partage des tâches pourrait devenir indispensable dans certains cas, tout en veillant aux contraintes des objectifs de productivité.

Il est d'ailleurs assez paradoxal de constater que l'un des reproches qu'on formule à l'encontre de la société moderne est que les emplois qu'elle offre aux générations montantes de la population active ne correspondent pas aux qualifications qu'elle leur donne par l'enseignement. Les gens se plaignent d'être « piégés » dans des emplois fastidieux et répétitifs qui ne leur laissent guère de chances d'utiliser leurs qualifications nouvelles et de s'élever dans l'échelle professionnelle et sociale. Or, ce sont précisément ces emplois de routine qui sont éliminés par le progrès technique, et c'est dans le domaine des activités de bureau que l'introduction des technologies de l'information aura des effets de déplacement d'emploi particulièrement sensibles. Le défi auquel la gestion de la société doit faire face consiste à faire en sorte que l'élimination des emplois fastidieux débouche sur la création d'occupations nouvelles plus intéressantes auxquelles puissent être formés et que puissent remplir les travailleurs dont l'emploi a ainsi été déplacé.

b) *Microbiologie et génie génétique*

Il ne semble pas excessif de prétendre que, grâce aux progrès réalisés depuis une vingtaine d'années dans le domaine de la biologie moléculaire et de la biochimie, nous nous trouvons maintenant au seuil d'une nouvelle ère industrielle, dans la mesure où ces progrès peuvent être à l'origine d'une percée technologique comparable à celle qu'ont entraînée les découvertes et les applications de l'électronique de l'état solide, réalisées principalement durant les années 50 et 60. Durant ces deux dernières années, plusieurs pays de l'OCDE ont commencé à effectuer d'importants investissements à haut risque dans le domaine de la biologie moléculaire et de la biochimie. La principale question qui se pose est de savoir, non pas si, mais quand cette nouvelle évolution aura des conséquences économiques mesurables et quels seront les branches d'activité et les pays qui en bénéficieront. On assiste, de façon caractéristique, à une alternance de phases d'optimisme suivies de phases de pessimisme, analogue à celle qui avait suivi, dans le secteur de l'électronique, l'invention du premier transistor en 1948.

Le progrès le plus important à cet égard est, bien entendu, la découverte qui a permis de faire la synthèse de l'ADN, mais tout indique que cela ne devrait vraisemblablement être que le début d'une série de découvertes scientifiques et de techniques nouvelles. La synthèse de l'ADN peut en soi être comparée au premier transistor élémentaire plutôt qu'aux circuits intégrés compliqués qui ont été mis au point bien plus tard, mais qui découlent néanmoins directement de cette première invention et de l'accumulation considérable des connaissances scientifiques et des progrès technologiques qu'elle a stimulés. C'est vraisemblablement à partir de la fin de cette décennie que la « nouvelle biologie » aura de plus en plus de conséquences sur le plan économique ou industriel. La voie sera probablement semée d'embûches ; les déceptions seront nombreuses, on s'engagera dans des impasses, et l'on enregistrera de ce fait des échecs commerciaux. La concurrence sera acharnée et de grandes possibilités s'offriront à ceux qui ont l'esprit d'entreprise, comme cela a été le cas dans le secteur des semi-conducteurs et de l'informatique.

Il serait vain, à ce stade, de tenter de spécifier quels seront les axes suivant

lesquels les progrès seront réalisés en dehors des orientations générales examinées dans les travaux sur cette question. Parmi celles-ci on peut citer : la mise au point de nouveaux produits pharmaceutiques destinés principalement à la lutte contre les maladies à virus et, de façon moins certaine, contre le cancer (c'est dans ces domaines que les progrès devraient être les plus rapides) ; la découverte d'applications nouvelles dans le domaine de l'agriculture et de l'élevage (ce qui permettrait d'abandonner les techniques classiques, mais lentes, de sélection des espèces) ; la mise au point de nouveaux procédés permettant, notamment, la fixation de l'azote par les céréales grâce à des processus biologiques, l'intensification de la photosynthèse et l'accroissement de la résistance des cultures aux facteurs d'environnement ; le remplacement dans l'industrie des processus de chimie non organique (provoqués par la chaleur et la pression) par des processus biologiques ou imitant les processus biologiques (provoqués par des bactéries ou des enzymes artificiels) ; la production de combustibles par des processus biologiques ou par des processus de catalyse photochimique ; la dégradation biologique de produits chimiques persistants en vue de limiter leurs conséquences néfastes sur l'environnement.

Voici quelques-uns des grands problèmes d'ordre politique qui se posent dans le domaine de la microbiologie et du génie génétique. Les craintes du début concernant la sécurité des procédés se sont atténuées et les réglementations de protection ont été prudemment assouplies. Effectivement, à mesure que les techniques nouvelles ont été reprises par l'industrie, les protestations alarmistes ont fait place à plus de réalisme. Mais on pourrait se heurter ici à un problème : l'importance excessive attachée au secret, à la propriété de l'information et à la concurrence risque de ruiner les progrès dans ce domaine qui, jusqu'ici, a bénéficié, à un point encore jamais vu, d'échanges rapides et ouverts d'informations et de données à l'échelle mondiale. Il importe de faire en sorte que l'information puisse contribuer à circuler aussi librement parce qu'il est vraisemblable que des aspects essentiels des nouvelles technologies auront des origines imprévues et insoupçonnées. Autrement dit, la croissance de ce secteur continue à dépendre très largement de la mesure dans laquelle « l'effet Serendip » pourra jouer ; or il faut, pour cela, que le milieu soit le plus ouvert possible.

Les gouvernements devraient faire tout leur possible pour contribuer à maintenir cette tradition et préserver un ensemble diversifié de connaissances scientifiques accessibles à tous et non couvertes par des droits de propriété. Cela aurait en outre l'avantage de permettre à coup sûr que les nouveaux progrès soient évalués à leur juste valeur à mesure qu'ils voient le jour parce qu'ils pourraient faire l'objet d'un examen critique et d'un jugement bien informé des experts. Les gouvernements devraient éviter de céder à la tentation de protéger les avantages temporaires que pourraient conférer à leur pays les résultats obtenus dans ce domaine en les gardant secrets.

Une question particulière qui se pose à cet égard est celle de savoir si certaines formes biologiques, notamment les bactéries « artificielles », sont brevetables. Aux Etats-Unis, par l'arrêt pris récemment par la Cour suprême dans l'affaire *Chakrabarty*²⁵, il a été décidé que cela était possible, mais dans une mesure limitée. Il importe que les découvertes dans ce domaine puissent être brevetées, non seulement parce que cela favorise le passage à l'application, mais aussi car cela encourage la publication des articles dans des revues à diffusion mondiale, et facilite la libre circulation des informations. Il est vrai

25. *Diamond contre Chakrabarty*, 100 Supreme Court 2204, 1980. Cet arrêt a été rendu le 16 juin 1980, mais son texte complet n'a pas encore été publié.

que les brevets introduisent un élément de concurrence qui freine quelque peu les échanges informels d'information, ce qui est un inconvénient. Cependant, il faut voir que la seule autre possibilité réaliste n'est pas la liberté actuelle de circulation de l'information, mais plutôt la prolifération de techniques et de procédés mis au point sous différentes marques, ce qui serait une source de gaspillage. Il est probable que les perspectives d'utilisation commerciale de certaines découvertes ont déjà joué, de façon irréversible, à l'encontre de la libre circulation de l'information qui régnait dans ce domaine. Certaines mesures que l'on peut prendre peuvent tout au plus freiner cette évolution, mais la plus efficace paraît être le recours au système des brevets. Il est nécessaire que les principaux pays intéressés négocient et s'entendent afin de coordonner leurs politiques en matière de brevet dans le domaine des techniques biologiques.

Quels sont les risques ? Si l'on se réfère à la situation qui existe à cet égard dans le domaine de la technologie nucléaire, on est frappé par le peu d'obstacles à l'accès à ce domaine. Ce manque de barrières accroît inévitablement les risques dus à la négligence ou aux abus. Les risques d'abus peuvent être réduits, mais non éliminés, par la diffusion de l'information qui permet à un grand nombre d'experts de la question d'exercer une certaine surveillance. Il est nécessaire de favoriser au maximum l'organisation de réunions internationales, sur un plan officiel et non officiel, afin de suivre et d'examiner les progrès de cette technologie, en encourageant l'opinion publique à s'y intéresser. Ces réunions ne devraient pas avoir un caractère exclusivement technique, mais offrir également l'occasion d'étudier sérieusement les répercussions sociales et politiques des progrès en question. L'utilisation éventuelle des nouvelles techniques pour la production d'agents biologiques destructifs à des fins malveillantes (par exemple, par des terroristes) constitue un danger particulier, aggravé par le manque d'obstacles à l'accès à ce domaine. L'interdiction, édictée au niveau international, des armes biologiques s'est appuyée en partie sur le fait que les techniques biologiques susceptibles de présenter un intérêt à des fins militaires étaient suffisamment spécialisées pour qu'il soit possible de les isoler du courant principal de la recherche biologique et des travaux pacifiques légitimes sur les agents pathogènes. Il se peut que le danger de la « nouvelle biologie » tiende au fait que l'ensemble des personnes connaissant ses techniques soit beaucoup plus important, de sorte qu'il pourrait être plus difficile de tracer une frontière entre les activités légitimes et les activités dangereuses ou destructrices. Il sera donc nécessaire de continuer à suivre de près l'évolution de la situation dans ce domaine.

Il paraît davantage plausible que les possibilités de la nouvelle biologie seront exploitées à des fins purement économiques, voire assez frivoles. Les conséquences ne seraient pas très graves si, par exemple, une publicité abusive prétendait que la nouvelle biologie peut rendre les gens plus beaux ou leur donner plus de personnalité. Il se pourrait aussi que l'exploitation à grande échelle de génotypes hautement spécialisés accélère la diminution de la diversité génétique du monde végétal et du monde animal. Ce processus ne ferait au fond que prolonger celui qui est déjà en cours et qui est dû en partie à la sélection génétique systématique. En raccourcissant et en simplifiant les procédés qui permettent de créer de nouvelles variétés hautement spécialisées, la nouvelle biologie pourrait accélérer la disparition de la diversité génétique et, du même coup, accroître la vulnérabilité des sociétés à cause de la généralisation des monocultures.

Il serait probablement prématuré, à ce stade, de tenter de prévoir quelles seront les incidences de la « nouvelle biologie » sur la structure industrielle,

l'environnement, la santé, la sécurité, etc. De toute façon, dans la plupart des cas, ces incidences ne devraient pas commencer à se manifester avant les années 90.

La biotechnologie offre un exemple particulièrement typique des technologies nouvelles, au sens large, dont les applications exigent la mise en œuvre d'une politique scientifique conçue de manière à assurer de façon continue une évaluation technologique parallèle au développement et à l'exploitation des possibilités de commercialisation. Plus les possibilités d'application pratique d'une technologie sont attrayantes, plus il importe de créer et de maintenir une communauté internationale ouverte de chercheurs compétents, chargée d'élaborer et d'amplifier une base d'informations convenable qui permette d'évaluer cette technologie et de suivre son évolution, et capable de critiquer éventuellement les tendances de ses applications commerciales lorsque cela apparaît nécessaire. Il ne sera sans doute pas facile d'éviter que cette communauté ait des liens trop étroits avec les développements commerciaux de la technologie, mais cela sera sans doute indispensable pour éviter que les applications de la technologie aillent à l'encontre des intérêts bien compris du corps social tout entier.

c) *Les matériaux et les ressources*

L'industrie ne peut fonctionner, à l'heure actuelle, que si elle est approvisionnée suffisamment et régulièrement en un certain nombre de métaux qu'elle utilise séparément ou en les combinant. Deux de ces métaux, le fer et l'aluminium, se trouvent en abondance dans l'écorce terrestre puisqu'il suffit, actuellement, pour que les gisements de minerais soient exploités, que leur teneur en métal soit égale, respectivement, à six et quatre fois la teneur moyenne de l'écorce. La base de ressources est donc quasiment infinie, dans la pratique, pour ces métaux. Il s'ensuit que, si des contraintes devaient peser sur l'approvisionnement en fer et en aluminium, elles seraient fort probablement exercées bien davantage par les coûts de l'énergie indispensable au traitement et au raffinage que par les quantités de minerais disponibles.

La plupart des autres métaux importants n'existent que sous forme de minerais à très faible teneur moyenne dans l'écorce terrestre. De plus, les gisements dont ils peuvent être extraits sont généralement très dispersés géographiquement et se sont formés à des époques très différentes car ils sont, en fait, le résultat d'accidents survenus dans l'histoire géologique de la planète. Certains de ces métaux, tels que le tungstène, le chrome, le nickel et le cobalt, jouent un rôle particulièrement important en tant qu'éléments d'alliages. D'autres, notamment le cuivre, le zinc, le plomb, le manganèse et l'étain, sont largement utilisés en tant que métaux de base. Bien que l'offre de ces métaux dépende du succès des campagnes d'exploration à long terme et que leur demande augmente de façon presque exponentielle, l'industrie minière a pu constituer et maintenir une marge de réserves de sécurité lui permettant d'accroître sa production. Toutefois, comme la nature a richement doté certaines régions en minerais dont on extrait l'un ou plusieurs de ces métaux, il se pourrait que les capacités de production correspondantes se concentrent dans un petit nombre de pays seulement et que, de ce fait, les pays consommateurs éprouvent des craintes quant à la sécurité de leurs approvisionnements. A très long terme, dans plus d'un demi-siècle probablement, les coûts réels de production de certains de ces matériaux pourraient augmenter au point de rendre progressivement plus rentables les techniques de substitution et de recyclage.

La consommation de métaux pourrait en grande partie être réduite par l'utilisation de nouvelles matières premières constituées de céramiques (oxydes,

nitrides ou carbures de métaux ou métalloïdes abondants tels que l'aluminium ou le silicium) ou de polymères (dérivés de ressources renouvelables provenant de la biomasse ou de matières organiques comme le charbon ou le pétrole). Les propriétés physiques intéressantes actuellement conférées aux métaux, grâce aux alliages, pourraient être renforcées ou remplacées par l'utilisation ingénieuse des structures physiquement hétérogènes des matériaux composites (constitués en général de substances non métalliques dispersées dans d'autres substances afin d'obtenir des configurations spéciales telles que des fibres) ou des cermets (obtenus par dispersion d'oxydes ou de carbures dans des matrices métalliques) ou encore des verres²⁶.

Les perspectives d'approvisionnement dans l'avenir se présentent sans doute actuellement sous un jour bien plus favorable sur le plan des matières premières métalliques que sur celui du pétrole. En outre, du fait que le volume indispensable des métaux stratégiques est relativement faible par rapport à celui des combustibles fossiles, il est relativement plus facile, du point de vue pratique, sinon économique, de les stocker. On peut se prémunir contre des difficultés éventuelles d'approvisionnement à court terme en constituant des stocks, au moins d'éléments d'alliage, mais ce stockage ne saurait être considéré comme pouvant se substituer à une politique de longue haleine qui, seule, permettra de se prémunir contre les difficultés à long terme que peut engendrer la réaction des concurrents ou l'inégalité de la répartition géographique des ressources naturelles. En prévoyant la récupération et le recyclage des métaux dès le stade de la conception des produits, on peut accroître les réserves intérieures de métaux disponibles. Il convient toutefois de se montrer assez prudent lorsqu'on examine les possibilités de recyclage. Il faut, par exemple, étudier très attentivement le bilan énergétique des procédés de recyclage éventuels. Dans certains cas, notamment ceux du zinc et de l'aluminium, les spécifications industrielles restreignent considérablement les usages auxquels on peut affecter le métal de récupération.

Il s'agit néanmoins d'un domaine dans lequel il serait hautement souhaitable de consacrer davantage d'efforts à la planification à long terme et à la R-D que ne l'exigent les seules lois du marché. Il est probable que, s'il était vraiment libre, le marché réussirait à susciter la mise au point des ressources, des procédés et des produits de substitution nécessaires, mais il est probable aussi qu'il ne pourrait pas donner suffisamment de poids aux facteurs d'ordre politique et ne tiendrait pas compte des crises, par ailleurs évitables, dues au fait que des capacités de production supplémentaires ne peuvent pas être installées du jour au lendemain. Sur le plan international, les gouvernements des pays de l'OCDE pourraient envisager d'élaborer en commun une base de données qui pourrait être utilisée dans chaque pays par les pouvoirs publics et le secteur privé pour planifier l'évolution en question ; peut-être pourraient-ils aussi entreprendre de concert certains travaux de recherche à long terme, notamment des programmes nationaux planifiés sur le plan multinational, qui pourraient être considérés comme une forme de « stockage technologique », une assurance contre les aléas du futur. On puiserait dans la réserve de connaissances ainsi constituée pour faciliter le déploiement accéléré de technologies de remplacement, si cela devenait nécessaire dans un avenir plus ou moins lointain. On gagnerait ainsi du temps dans la mise en œuvre d'applications de la recherche soigneusement choisies.

26. M. Asby, « The Science of Engineering Materials », dans P.W. Hemily et M.N. Ozaas, *Science and Future Choice*, vol. I, Clarendon Press, Oxford, Royaume-Uni, 1979, pp. 19-48.

IV. NOUVELLES EXIGENCES SOCIALES ET INNOVATION SOCIO-TECHNIQUE

1. *Un inventaire abrégé*

Certains des thèmes traités ci-après²⁷ ont souvent une dimension politique importante ; leur résolution exige non seulement des mesures administratives, mais aussi des décisions d'ordre politique en raison des questions de répartition qui entrent en jeu. Nombre des domaines énumérés pourraient faire l'objet d'échanges utiles d'informations et d'expériences entre les pays de l'OCDE.

i) Services publics :

- Amélioration et protection de la santé et amélioration des services de santé. On a actuellement tendance à élargir le champ d'application des politiques de santé en considérant que leur objectif n'est pas uniquement de fournir des services médicaux à une population donnée.
- Services sociaux pour les personnes âgées. Ils prennent une importance croissante à mesure que la durée moyenne de vie s'accroît, que la proportion des personnes âgées dans la population totale augmente et que leur poids politique grandit.
- Gestion des déchets et des résidus. L'opinion est de plus en plus sensibilisée à cette question, en particulier aux Etats-Unis, à la suite de plusieurs incidents ayant fait l'objet d'une très grande publicité comme celui de Love Canal, l'incendie d'un dépôt de produits chimiques à Elisabethville (New Jersey) ou l'explosion de Seveso²⁸. On peut s'attendre que cette question de la gestion des déchets prenne de plus en plus d'importance et qu'elle aboutisse à la mise au point de technologies systématiques adaptées à la situation.
- Formation permanente et recyclage, conçus dans le cadre d'une optique plus complète de la politique du marché du travail, en vue de faciliter les ajustements rendus nécessaires par la rapidité des changements structurels provoqués par l'évolution rapide des coûts relatifs des facteurs, la concurrence internationale et le progrès technique.

27. Certaines de ces exigences sociales ont été définies dans la liste des « préoccupations sociales » (social concerns) adoptées par le Conseil et explicitées dans la liste des indicateurs sociaux de l'OCDE : voir *Liste OCDE des indicateurs sociaux* (à paraître).

28. Voir P. Lagadec, « Faire face aux risques technologiques », *La Recherche*, n° 105, novembre 1979 ; une étude sur le cas de Seveso, publiée par le Laboratoire d'économétrie de l'École polytechnique, D2000479, Paris, mars 1978 ; ainsi que sa thèse de doctorat, *Le risque technologique majeur*, Pergamon Press, Collection Futuribles, Paris, 1981.

- ii) Economies de ressources et d'énergie :
 - Conception de produits dont la fabrication consomme peu d'énergie qui soient plus durables et facilement recyclables.
 - Recyclage des matériaux, conception des produits en vue du réemploi des matériaux et des composants utilisés.
 - Conception de bâtiments et de moyens de transport économes en énergie, en utilisant de nombreuses technologies nouvelles.
- iii) Services d'aide aux populations pauvres, au plan national comme au plan international :
 - Comment fournir ces services de façon que les pauvres en dépendent de moins en moins et entrent de plus en plus dans un processus de développement social et économique autonome, aussi bien dans les « poches » de pauvreté des pays développés que dans les régions du monde (en particulier les zones rurales des pays moins développés) où les pauvres sont très nombreux.
- iv) Vulnérabilité des systèmes sociaux et socio-techniques complexes ; mesures qu'on peut prendre pour les rendre plus souples et leur permettre de continuer à fonctionner « tant bien que mal ».
- v) Sentiment d'aliénation observé dans les sociétés complexes et interdépendantes, causes et remèdes possibles.
- vi) Moyens de favoriser l'épanouissement de la personnalité des individus dans leur vie professionnelle afin d'atténuer les effets déshumanisants de la bureaucratie et des hiérarchies professionnelles.
- vii) Evaluation rationnelle des risques et ordre de priorité à accorder aux mesures propres à les atténuer.
- viii) Autorégulation de la démographie, maîtrise de la fécondité et migrations humaines.
- ix) Nutrition et compléments de régime alimentaire, rapports entre la nutrition et la santé dans les sociétés pauvres et les sociétés prospères.
- x) Effets de l'environnement sur la santé, études épidémiologiques à long terme sur la population en général et sur le milieu professionnel ; effets à retardement sur la santé de populations importantes.
- xi) Technologie et sentiment qu'ont les individus de pouvoir maîtriser les facteurs d'environnement qui agissent sur eux ; ensemble de questions généralement considérées sous la rubrique des « technologies appropriées », en particulier dans les sociétés d'abondance.

2. Examen de quelques thèmes particuliers

a) Amélioration de la santé et systèmes de santé

La tendance à adopter une définition plus large des services de santé, n'englobant pas seulement les services médicaux proprement dits, est une caractéristique très significative des dernières années. Cette nouvelle conception tient compte de l'influence du style de vie, du régime alimentaire, du milieu de travail et d'autres facteurs d'environnement sur l'état de santé des différents groupes d'une population donnée. L'importance accordée depuis quelque temps à ces

facteurs a souvent été interprétée, à tort, comme si cela signifiait que les émissions industrielles ou les produits chimiques utilisés dans l'agriculture étaient les seuls facteurs susceptibles d'avoir une influence à long terme sur l'état de santé des individus. On n'a cependant pas de preuve permettant de conclure que l'environnement industriel joue un rôle déterminant dans l'état de santé des populations, par exemple en ce qui concerne la fréquence du cancer. Les preuves dont on dispose concernant les effets exercés sur la santé par l'environnement proviennent principalement d'études sur les variations de la répartition géographique de certains types spécifiques de cancer, mais aucune de ces preuves ne permet de déterminer si ces variations sont imputables à des activités humaines ou à des causes naturelles. On n'a pas pu, non plus, établir de lien certain entre le cholestérol d'origine alimentaire et la fréquence des maladies cardio-vasculaires dans une population ayant un état sanitaire normal, bien que l'expérience clinique fasse apparaître que ce lien est assez plausible²⁹.

Le seul lien qu'on ait pu établir scientifiquement entre une modification dangereuse de l'environnement causée par l'homme et l'état de santé de l'ensemble de la population est la fréquence du cancer du poumon et des maladies cardio-vasculaires chez les fumeurs, mais même dans ce cas, on ne comprend pas le mécanisme de causalité. L'exemple des dangers liés à l'usage du tabac illustre les difficultés qu'on éprouve à modifier suffisamment le comportement de groupes importants d'une population pour influencer sur les statistiques relatives à l'état de santé de cette population. On a cependant des raisons de penser que le rapport coûts/avantages de mesures préventives visant délibérément à provoquer des changements de comportement de ce genre est probablement plus élevé que celui de la plupart des mesures de nature médicale proprement dite. Il s'agit là d'un domaine dans lequel les différents pays auraient particulièrement intérêt à comparer les résultats des recherches et des expériences effectuées.

L'un des principaux problèmes qui se posent aux pouvoirs publics dans le domaine de la santé est celui de contenir les coûts des services médicaux et hospitaliers. Dans plusieurs pays de l'OCDE, les dépenses de santé atteignent presque 10 % du PNB et continuent à augmenter par rapport aux revenus des particuliers. Ce problème relève de la politique scientifique dans la mesure où les dépenses de santé sont dues en grande partie à la diffusion de nouvelles techniques médicales très onéreuses, diffusion accentuée par la demande sociale selon laquelle chacun a le droit, indépendamment de toute considération de coût, de bénéficier de tous les progrès techniques susceptibles d'avoir un effet favorable. Bien que la plupart de ces techniques aient des effets bénéfiques, leur rapport avantages/coûts peut être statistiquement très faible, pour une population donnée, notamment si on le compare à celui de mesures visant, par exemple, à modifier certains comportements sociaux ou à améliorer l'état de l'environnement.

Il y a cependant une certaine discordance, sur le plan logique, entre, d'une part, les résultats des analyses coûts/avantages, pour la société, des mesures susceptibles d'être adoptées dans le secteur de la santé et, d'autre part, l'égalité du point de vue social telle que la conçoivent les individus et les familles. En effet, lorsque ces coûts sont socialisés, par le biais de la sécurité sociale ou du budget de l'Etat, chacun veut bénéficier de tous les progrès techniques qui augmentent, aussi peu que ce soit, ses chances de survie. Et pourtant, l'effet sur l'espérance de vie de la population, de l'utilisation sur une grande échelle d'un progrès technique pourra être si faible qu'il ne sera pas décelable sur le plan

29. Food and Nutrition Board, National Research Council, *Toward Healthful Diet*, National Academy of Sciences, Washington, D.C., 1980.

statistique. L'un des moyens de résoudre ce problème pourrait consister à réintroduire le jeu des forces du marché au-delà d'un certain seuil de protection médicale garanti ; cela permettrait de limiter l'utilisation des techniques médicales onéreuses dont le rapport avantages/coûts est faible. Sur le plan politique, il est certain qu'actuellement toute tentative visant à faire plus ou moins dépendre le bénéfice de certains soins de la possibilité de les payer serait perçue comme injuste, en raison des valeurs qui prévalent aujourd'hui dans les sociétés prospères.

Le système de santé s'appuie actuellement sur une importante industrie privée, constituée d'entreprises à but lucratif, qui lui fournit un concours technique sous forme de produits pharmaceutiques, d'appareils extrêmement perfectionnés, de services informatiques et de certaines techniques de pointe telles que la dialyse rénale. Beaucoup de ces activités commencent à jouer un rôle important dans les échanges commerciaux internationaux. De ce fait, le secteur privé des services de santé commence à tenir une place importante dans le domaine d'action de la politique industrielle.

Il devient de plus en plus nécessaire de concevoir des *systèmes* socio-techniques de services de santé adaptés aux régions les moins développées du monde. Ces systèmes doivent s'appuyer largement sur du personnel moins qualifié, continuer à fonctionner de façon autonome et ne plus dépendre de l'extérieur pour l'aide et la formation. Ce sont les pays développés qui possèdent la plupart des moyens de recherche nécessaires et les personnes ayant les compétences requises pour mettre ces systèmes au point ; or, les systèmes conçus en fonction du contexte des sociétés développées sont en général mal adaptés au contexte social des pays en développement et le processus d'adaptation doit se faire sur place dans la plupart des cas.

Le défi qui doit être relevé dans ce domaine n'est pas sans rappeler celui auquel ont été confrontés les spécialistes de la recherche agronomique lorsqu'il a fallu adapter les résultats des recherches menées au plan international aux conditions de l'agriculture locale. Il semble que les progrès réalisés en vue d'adapter les techniques aux conditions locales aient été plus poussés dans le domaine de l'agriculture que dans celui de la santé, sauf peut-être en Chine, pays qui semble avoir réussi à mettre au point des services de santé adaptés aux besoins, en combinant au mieux des techniques médicales modernes et des connaissances locales traditionnelles, réussissant véritablement à les intégrer, et ce, à l'échelle d'une vaste région.

Il est évident que les services de santé constituent un domaine dans lequel les applications de l'informatique offrent de nombreuses possibilités, non seulement pour effectuer des tâches routinières telles que la tenue des dossiers, mais aussi, par exemple, pour améliorer et diffuser les techniques de diagnostic et de soins, pour réaliser des études sur le rapport coût/efficacité des thérapeutiques ou des études statistiques sur les effets secondaires des médicaments. Les résultats de certains programmes de dépistage lancés sur une grande échelle en vue de déceler à un stade précoce les effets néfastes pour la santé de certains facteurs ont été jugés très prometteurs. Cependant, ce type de prévention sanitaire est assez controversé car les risques qu'il y aurait à entreprendre un traitement médical inutile sur la base d'indications erronées pourraient l'emporter sur ceux qu'il y aurait à ne pas déceler précocement la maladie — s'il s'agit d'une affection très rare dans la population en état sanitaire normal. Par conséquent, les techniques de dépistage précoce devraient en général n'être utilisées que pour certains groupes d'individus classés parmi les groupes à risque élevé en raison de facteurs génétiques, de l'âge ou du fait qu'ils sont exposés à des dangers spécifiques présents dans leur environnement.

La leçon implicite qui se dégage des exemples ci-dessus est qu'il est nécessaire, comme l'avaient fait valoir les auteurs du rapport *Changement technique et politique économique*³⁰, de mieux intégrer la politique scientifique et la politique sociale et économique. Dans le passé, les priorités de la recherche biomédicale n'ont pas toujours été clairement liées aux objectifs et aux buts des politiques de santé, mais ont été trop exclusivement définies en fonction des seules possibilités scientifiques ou plus fréquemment en fonction des effets dramatiques et des craintes éprouvées par l'opinion publique à l'égard de certaines maladies, en particulier celles auxquelles sont particulièrement sensibilisées les catégories d'électeurs politiquement influents.

b) *Epanouissement de la personnalité dans la vie professionnelle, intégration du progrès technique et développement de l'individu*

Selon la conception traditionnelle de l'histoire de l'industrialisation, « la technologie a indéniablement été l'un des éléments moteurs essentiels qui ont façonné de façon irrésistible l'organisation du travail et le milieu professionnel »³¹. Un postulat implicite sur lequel était fondée la conception des équipements et procédés techniques était que les problèmes posés aux individus par les équipements et procédés efficaces sur les plans économique et technique pouvaient toujours être résolus, sans modifier la technologie, par une organisation et une discipline convenables sur le lieu de travail. Cette philosophie sous-tendait « l'organisation scientifique du travail » de Frederick Taylor — le « taylorisme » — qui a dominé l'ingénierie industrielle durant la majeure partie du xx^e siècle. En fait, « elle a été l'assise fondamentale des usines pendant maintes générations »³² et elle a probablement été fonctionnelle dans le contexte social qui existait jusqu'à la génération actuelle.

L'évolution de la société industrielle occidentale a partout modifié profondément cette situation pour plusieurs raisons :

- La population aspire de plus en plus à un travail qui fasse appel au sens des responsabilités et qui permette d'épanouir la personnalité. Elle veut maîtriser davantage les conditions de travail.
- A mesure qu'augmentent les aspirations égalitaires dans toutes les sociétés industrielles, on accepte de moins en moins les distinctions statutaires dans l'organisation du travail, dont bon nombre sont archaïques, ne correspondent plus aux fonctions exercées et peuvent être rattachées à une structure des classes sociales qui a complètement disparu dans la plupart des autres domaines de la vie sociale.
- La structure de l'emploi global change et de plus en plus d'emplois se situent maintenant dans le secteur des services, où la productivité dépend beaucoup plus que dans le secteur industriel de la coopération des salariés, de leur compréhension des buts de l'organisation et de leur ralliement à ces buts. Ce sont maintenant, dans une certaine mesure, les salariés du secteur tertiaire qui définissent de plus en plus le style des revendications de l'ensemble des salariés.

30. *Op. cit.*

31. Wickham Skinner, « The Impact of Changing Technology on the Working Environment », dans D. Kerr et J.M. Rosow (Ed.), *Work in America : the Decade Ahead*, Litton Educational Publishing Inc., Scarsdale, N.Y., 1979, p. 204.

32. *Ibid.*, p. 212.

- La diminution de la part de l'apport direct de main-d'œuvre dans le coût total des biens et services, combinée à l'importance des investissements en capital par travailleur directement affecté à la production, incite à optimiser l'environnement où travaille la main-d'œuvre contribuant directement à la production, afin de tirer le meilleur rendement possible des apports de capital, de matières premières, d'énergie et d'activités générales.

On voit apparaître plusieurs directions dans lesquelles des réformes se font déjà ou se feront probablement³³ :

i) *Restructuration du travail au niveau de l'exécution*

- Plus large utilisation des compétences individuelles.
- Plus grande diversification des tâches, les tâches individuelles étant plus larges et moins morcelées.
- Plus large délégation de décision et de jugement au travailleur de base, surveillance moins détaillée.
- Organisation du travail permettant aux unités d'adopter leur rythme propre, utilisation de stocks régulateurs, etc.
- Groupement des opérations facilitant la constitution d'équipes autonomes.
- Hiérarchie allégée, rémunération fondée sur les connaissances et sur les capacités acquises plutôt que sur l'autorité conférée.
- Réduction ou élimination des signes extérieurs qui différencient la situation professionnelle et sociale de la main-d'œuvre affectée à la production de celle du personnel d'encadrement.
- Facilité des contacts et échanges personnels et des communications horizontales dans le travail.

ii) *Direction de l'usine ou du bureau*

- Participation des travailleurs à la définition des tâches et à l'organisation du travail, rôle des comités d'établissements associant la direction et le personnel. Dans de nombreux pays européens, la législation en vigueur prévoit la constitution obligatoire de tels comités dans les établissements dépassant une certaine taille.
- Accords prévoyant le partage des avantages économiques résultant des progrès de la productivité entre l'entreprise et son personnel combinés à des dispositifs garantissant que ces progrès n'entraîneront pas de licenciements.
- Communication plus large au personnel d'informations sur la situation financière de l'établissement, y compris sur les coûts et la production.
La législation impose actuellement la communication aux syndicats de certaines informations financières ; il est probable que ce principe se généralisera.

iii) *Direction de l'entreprise*

- Représentation des salariés au conseil d'administration, cogestion. Cette dernière est obligatoire en Allemagne et en Norvège ; elle est à l'étude au Royaume-Uni.

33. Cf. *Les politiques concernant la vie au travail*, OCDE, Paris, 1977.

- Participation des travailleurs à la propriété de l'entreprise. C'est au Danemark, en France et aux Pays-Bas qu'elle est la plus avancée ; elle est largement débattue dans d'autres pays.
- Accord obligatoire ou participation obligatoire des organisations syndicales aux décisions des directions concernant les fermetures d'établissements, les acquisitions d'investissements « stratégiques » ou autres décisions stratégiques pouvant avoir des répercussions sur les travailleurs, y compris l'adoption de techniques nouvelles. Des dispositifs de ce genre sont actuellement en place dans la plupart des pays de l'OCDE ; la notification préalable aux syndicats des projets de fermeture d'établissements ou de licenciement de personnel est maintenant de pratique courante dans la quasi-totalité des pays européens ; elle est conforme aux lignes directrices adoptées par l'OCDE.
- En Norvège et en Suède, un accord national patronat-syndicats prévoit des négociations obligatoires sur l'introduction des techniques informatiques (voir plus haut).
- Aux Etats-Unis, les organisations syndicales se montrent intéressées à utiliser les disponibilités de leurs caisses de retraite pour financer des investissements afin de favoriser les intérêts des travailleurs et des syndicats ou leurs objectifs sociaux³⁴.

Les cas dans lesquels on réorganise les tâches pour améliorer la qualité de la vie professionnelle dans un contexte technologique donné sont plus fréquents que ceux dans lesquels on conçoit des équipements et des procédés techniques destinés à améliorer la qualité de la vie professionnelle et l'épanouissement de la personnalité des travailleurs. En général, c'est seulement lorsque des problèmes de santé et de sécurité sont en jeu que les conditions de travail deviennent un critère prépondérant dans la conception des technologies.

On ne peut en effet citer que quelques rares cas exemplaires dans lesquels les critères de la qualité de la vie professionnelle ont été explicitement pris en considération a priori, au stade de la spécification des équipements, et non pas a posteriori, au stade de la définition des procédés techniques d'utilisation des équipements. L'exemple le plus connu est sans doute celui de l'usine Volvo à Kjalmar, en Suède³⁵. On a aussi le cas des cargos norvégiens redessinés pour satisfaire aux critères de la qualité de la vie professionnelle³⁶. Les critères humains ont joué un rôle prépondérant dans la conception de l'usine de la « General Food » à Topeka³⁷. Le coût de l'usine Volvo de Kjalmar a été supérieur de 10 % à celui d'une usine classique de capacité équivalente, mais ce supplément de dépenses initial a été contrebalancé apparemment par un surcroît de productivité obtenu au bout d'une période de tâtonnement relativement longue. Une seconde usine Volvo, d'une conception simplifiée mais obéissant aux mêmes

34. Jeremy Rigkin et Randy Barber, *The North Will Rise Again - Tensions, Politics and Power in the 1980s*, Beacon Press, Boston, 1978.

35. Cf. *Job Reform in Sweden: Conclusions from 500 Shop Floor Projects*, Swedish Employers' Confederation Technical Department, traduit en anglais par David Jenkins, Grafisk Reproduction, Stockholm, 1975, pp. 125-126 et chapitre 7 intitulé « The New Factories ».

36. R. Johansen, « Changes in Work Planning to Increase Shipboard Democracy », dans *National Labor Institute Bulletin*, vol. 3, n° 1, janvier 1977, pp. 9-18. P.G. Herbst, *Socio-Technical Design Strategies in Multidisciplinary Research*, Tavistock Publications, Harper and Row, Londres, 1974, pp. 28-62.

37. R.E. Walton, *A Development Theory of High Commitment Work Systems*, Working Paper 79-61, Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University, Cambridge, Mass., septembre 1979, pp. 14-29.

principes généraux, semble davantage comparable, sur le plan des coûts, à une usine de conception classique. Comme on l'a souligné plus haut, les nouvelles techniques de l'information, notamment lorsqu'elles sont utilisées comme auxiliaires des fonctions de bureau, devraient en principe pouvoir mieux être conçues selon des critères socio-technologiques.

Les actions tendant à redéfinir les tâches au sein des administrations publiques conformément aux principes de la qualité de la vie professionnelle sont un peu plus récentes. On peut citer, à titre d'exemples, les expériences menées par Maccoby au ministère fédéral du Commerce des Etats-Unis³⁸ et la création de l'Agence ACTION³⁹. Etant donné qu'on se préoccupe actuellement beaucoup de la productivité et de l'efficacité des administrations publiques, celles-ci pourraient faire l'objet, semble-t-il, d'expériences de réorganisation particulièrement fructueuses. Il convient de noter que ces expériences ne sauraient être limitées aux moyens. Le processus de redéfinition concertée des tâches d'une administration soulève inévitablement la question des missions de cette administration et celle des objectifs de ses dirigeants. De ce fait, les expériences comportent des risques et sont parfois pénibles pour le personnel de direction. Ce processus d'auto-évaluation et de réflexion introspective d'une organisation quant à sa structure et sa mission propres jouera probablement un rôle de plus en plus important dans la prochaine décennie.

En général, la redéfinition des tâches a été la plus fructueuse lorsqu'elle a été opérée dans le cadre d'un accord entre organisations syndicales et patronales et qu'elle a bénéficié d'un soutien résolu des dirigeants syndicaux et des cadres supérieurs de l'entreprise. Elle devrait être isolée des négociations collectives proprement dites, dans la mesure où les problèmes et revendications qui font l'objet de ces dernières ne sont pas influencés par les changements opérés en vertu du programme de redéfinition des tâches. Des redéfinitions de tâches ont aussi été opérées, notamment aux Etats-Unis, à la suite d'initiatives unilatérales de directions d'entreprise, en particulier dans des établissements ou des secteurs faiblement syndiqués. De ce fait, toutefois, les mesures tendant à améliorer la qualité de la vie professionnelle sont parfois suspectées, aux Etats-Unis, d'être un instrument destiné à « couper l'herbe sous le pied des syndicats ». Il paraît douteux que la redéfinition des tâches et l'amélioration de la qualité de la vie professionnelle puissent survivre longtemps si elles ne bénéficient pas de l'appui énergique des organisations syndicales comme du patronat et si elles ne sont pas considérées comme des dispositifs complémentaires, et non concurrents, du système des négociations collectives.

c) *Vulnérabilité des sociétés technologiques*

Les sociétés hautement industrialisées et très urbanisées sont-elles, de ce fait, plus vulnérables aux bouleversements déclenchés par des événements d'importance relativement faible en soi mais tout à fait inattendus ? Cette vulnérabilité supposée est l'un des principaux fondements de certaines critiques formulées actuellement à l'encontre des sociétés technologiques et des tendances de l'évolution récente de la technique moderne. Parmi les exemples flagrants de cette vulnérabilité, on cite : les deux pannes d'électricité qui ont plongé dans l'obscurité

38. M. Maccoby, M.M. Duckles, R. Duckles, *Bringing Out the Best*, Final report of the project to improve work and management in the Department of Commerce, 1977-1979, Project on Technology, Work and Character (diffusé sous forme de document de travail par la Kennedy School of Government, Harvard University, Cambridge, Mass.), mars 1980.

39. B. Lenkerd, *Study Project to Improve the Quality of Working Life and Action Progress Report*, Project on Technology, Work and Character, Washington, D.C., 1980.

toute l'agglomération de New York, en 1965 et 1977 ; l'incident survenu à la centrale de Three Mile Island (et qu'on a généralement qualifié de « catastrophe » bien qu'il n'ait causé aucun dommage à des tiers et n'ait eu aucune conséquence manifeste sur la santé publique). En revanche, les hécatombes dues aux catastrophes naturelles, telles que les ouragans, les inondations et les éruptions volcaniques, ont tendance à diminuer au fil du temps, notamment dans les pays les plus industrialisés. Cela est dû surtout au perfectionnement des dispositifs de détection et d'alerte et à l'amélioration des réseaux de communication et de transport qui permettent de mobiliser les secours et d'organiser l'évacuation des populations menacées.

Maints systèmes socio-techniques de grande envergure (centrales nucléaires, réseaux de distribution de l'électricité et autres services publics analogues, infrastructures d'approvisionnement, transports en commun, etc.) sont intrinsèquement vulnérables si la charge imposée dépasse un certain niveau. En général, le fait même qu'ils constituent des réseaux interconnectés et ramifiés les immunise contre les incidents mineurs, mais il les rend aussi plus vulnérables aux accidents qui les perturbent au-delà d'un seuil donné. En revanche, l'expérience acquise avec certains systèmes spécifiques a prouvé que l'analyse approfondie des facteurs de vulnérabilité et des défaillances éventuelles ou constatées, ainsi que la prise en compte des résultats de cette analyse dans leur conception, dans le contrôle de la qualité de la production, et dans la mise au point des plans opérationnels d'urgence peuvent considérablement atténuer les conséquences d'une défaillance ou d'un accident qui aurait pris, sans cela, des proportions catastrophiques. Le réseau des transports aériens offre sans doute l'exemple le plus caractéristique d'un système qui est intrinsèquement vulnérable en raison de son niveau technologique élevé et de sa complexité technique mais qui, grâce à un processus qu'on peut qualifier d' « apprentissage social », est parvenu à un niveau de sécurité et de fiabilité tout à fait remarquable. De même, l'utilisation à grande échelle de systèmes d'information et de communication fondés sur l'ordinateur et les techniques informatiques peut engendrer une nouvelle forme de vulnérabilité car le « système nerveux » de la société peut devenir, de ce fait, davantage exposé au risque d'une paralysie soudaine. Mais il paraît probable que cette vulnérabilité peut être éliminée si l'on conçoit et construit le système avec un soin particulièrement attentif, moyennant, il est vrai, des coûts supplémentaires dont il est difficile d'estimer l'importance. Le danger tient, au fond, à ce que les facteurs économiques normaux qui incitent à assumer ces coûts supplémentaires peuvent ne pas être suffisants.

Les méthodes modernes d'analyse des accidents et des facteurs de vulnérabilité ne sont pas toujours appliquées de façon cohérente à toutes les technologies et à tous les systèmes. Par exemple, contrairement à ce que pense généralement l'opinion publique, les grands barrages sont probablement plus vulnérables que les centrales nucléaires en ce qui concerne la probabilité et les conséquences d'un accident, ainsi que le degré de sécurité assurée. Il est probable que certains systèmes sont plus vulnérables que d'autres sans que cela soit fatalement imposé par la nature des choses ; en général toutefois — et c'est bien normal — c'est pour les systèmes qui sont potentiellement les plus dangereux, ceux qui « pardonnent le moins », qu'on est le plus exigeant et le plus rigoureux au stade de l'analyse et de la conception.

Le but principal de la conception des systèmes socio-techniques devrait être d'atténuer les conséquences d'un accident ou d'un sabotage éventuel ; on le fait généralement en concevant et en agencant le système de façon que les conséquences les plus graves ne puissent se produire qu'à la suite de la coïncidence

tortuite de défaillances multiples et statistiquement indépendantes. Autrement dit, on applique le principe de la « surabondance » de précautions.

L'un des principaux thèmes de discussion que soulève la vulnérabilité des systèmes est celui de la relation qu'il convient d'établir entre l'homme et la machine, entre la capacité de jugement, d'initiative et d'improvisation de l'esprit humain, d'une part, et la fiabilité, la « surabondance » technique et la capacité de stockage et de traitement de l'information de la machine, d'autre part. La Commission Kemeny — et, précédemment, le groupe d'étude de l'American Physical Society sur la sûreté des réacteurs nucléaires — ont sévèrement critiqué le fait que la conception et l'installation des postes de contrôle des centrales sont mal adaptées aux hommes qui y travaillent. Ils ont préconisé que les fonctions de routine soient davantage automatisées et que les « tableaux de bord » des centrales soient remaniés afin de donner aux opérateurs des renseignements plus intelligibles et plus globaux sur l'état et le fonctionnement des réacteurs⁴⁰. La conception de la prochaine génération des systèmes de contrôle de la navigation aérienne pose des problèmes analogues. Et bien entendu, les problèmes de ce genre, à la fois les plus graves et les moins débattus publiquement, sont ceux que posent le commandement et le contrôle des systèmes militaires, notamment des armements nucléaires.

Il convient en outre de noter que la structuration des organisations soulève un problème foncièrement analogue mais se présentant sous une forme différente. Quel est le degré d'initiative, la marge de choix discrétionnaire, qu'il convient de laisser au travailleur de base par rapport à des procédures opérationnelles normalisées et minutieusement spécifiées ? Cette question est particulièrement pertinente dans le cas des organisations dont le fonctionnement défectueux peut avoir de sérieuses conséquences sur le plan de la sûreté ou de la santé, ou bien d'autres retombées défavorables sur une population importante. Il y a conflit entre l'exactitude des informations et l'ampleur de la vue d'ensemble. C'est le travailleur au contact immédiat d'une situation qui a les informations les plus précises sur celle-ci, mais ces informations risquent fort de subir des distorsions pendant le processus de transmission qui lui fait remonter la filière hiérarchique. En revanche, le travailleur de base n'a pas de vue d'ensemble et, si on lui laisse une marge de manœuvre trop large, il peut prendre des initiatives sans tenir compte d'éléments d'appréciation pertinente mais ne relevant pas de son domaine de compétence et de responsabilité.

Comme on l'a noté plus haut, c'est sur la vulnérabilité apparente des systèmes socio-techniques complexes et de grande ampleur qu'est fondée l'une des critiques les plus importantes adressées aux sociétés technologiques modernes ainsi qu'à la nature et aux orientations de la technologie moderne⁴¹. Ceux qui formulent ces critiques estiment qu'on ne peut pas concevoir ou faire fonctionner des systèmes aussi complexes sans payer tribut à l'imprévu ou à la faillibilité de la raison humaine. Ils font valoir que les erreurs sont maintenant trop lourdes de conséquences pour qu'on puisse désormais se permettre, avec les technologies nouvelles ou les nouveaux systèmes socio-techniques, de faire des expériences pour en tirer des leçons comme on l'a fait dans le passé. D'autres affirment que, même si l'on pouvait mettre au point et faire respecter une discipline suffisante pour

40. J.G. Kemeny *et al.*, *Report to the President's Commission to Study the Accident at Three Mile Island*, USGPO, novembre 1979 ; « Report of the American Physical Society by the Study Group on Light Water Reactor Safety », *Review of Modern Physics*, vol. 47, Supplément n° 1, été 1975.

41. Cf. E.F. Schumacher, *Small is Beautiful*, Collection Study of Economics, Abacus, Londres, 1973.

Quatrième partie

**LA COOPÉRATION SCIENTIFIQUE
ET TECHNOLOGIQUE INTERNATIONALE
DANS LA ZONE OCDE**

Tendances, problèmes, perspectives

INTRODUCTION

Depuis les premières entreprises scientifiques lancées conjointement par plusieurs pays au cours du XIX^e siècle, la coopération internationale est considérée comme un prolongement des efforts nationaux de Recherche-Développement, sans qu'elle puisse d'ailleurs en être le substitut. L'une des préoccupations des politiques de la science et de la technologie a donc toujours été de chercher l'équilibre et l'articulation adéquats entre l'effort national et celui qui est mené dans le cadre d'une collaboration internationale, et un grand nombre d'études ont déjà été consacrées à cette question par des chercheurs universitaires et des organismes internationaux. Elle a figuré à l'ordre du jour de la plupart des précédentes Conférences des ministres de la Science des pays de l'OCDE, notamment celle de 1971 à laquelle avait été soumise une analyse systématique des différents facteurs en jeu¹.

Pour cette raison, il n'est pas nécessaire de reprendre ici un inventaire exhaustif et une typologie systématique des centaines, sinon des milliers, d'organisations, accords, conférences, groupes de travail, organismes ad hoc, etc., qui s'intéressent à la science et à la technologie. Il nous a paru plus utile de passer en revue quelques-uns des développements de la coopération scientifique et technologique, surtout multilatérale, entre les pays de l'OCDE au cours des dix dernières années. Nous examinerons trois grands domaines : coopération en matière de recherche fondamentale ; activités scientifiques et technologiques des organisations intergouvernementales à vocation générale ; coopération dans trois secteurs technologiques de pointe. A partir des principales tendances qui se dégagent de cet examen et des leçons qu'on peut en tirer, nous tenterons ensuite d'indiquer quelles sont aujourd'hui les perspectives d'une coopération accrue entre les pays Membres.

Il convient de noter que ce rapport traite exclusivement de la coopération entre les pays de l'OCDE et n'aborde pas la question de la place de la science et de la technologie dans les relations Est-Ouest ou Nord-Sud. Cette omission ne signifie pas que l'on sous-estime l'importance de cette question, bien au contraire, mais le cadre économique et politique dans lequel s'insèrent les relations scientifiques et technologiques entre les pays Membres et les pays en développement ou les pays de l'Est leur confère une nature profondément différente des relations de coopération et de concurrence qu'ont établies les pays de l'OCDE en matière de Recherche-Développement et d'innovation.

1. *La coopération scientifique et technologique internationale — Rôle de l'OCDE*, OCDE, Paris, 1971.

I. LA SOURCE DU SAVOIR : LA RECHERCHE FONDAMENTALE

A. LA CIRCULATION DES IDÉES ET DES CHERCHEURS

Lorsqu'on parle de coopération scientifique et technologique internationale, on pense souvent d'abord aux institutions, aux grands programmes et aux grands équipements internationaux qui se sont multipliés depuis la deuxième guerre mondiale du fait notamment de la taille et du coût croissants des moyens nécessaires aux progrès de la science, ainsi que du rôle de plus en plus important des gouvernements en ce domaine. Il ne faut pourtant pas oublier que depuis plusieurs siècles la coopération est activement et quotidiennement vécue sous forme d'échanges de chercheurs, de diffusion de la littérature spécialisée, de publication des découvertes, de discussion critique des expériences et des idées ; elle a ainsi été et demeure encore un instrument indispensable du progrès de la connaissance.

Pour les pays qui n'ont qu'un nombre limité de chercheurs, l'exigence d'ouverture sur la communauté scientifique internationale est encore plus impérieuse. Pour ne donner qu'un exemple parmi d'autres, on peut citer la Suisse qui a toujours attaché une grande importance à la promotion des contacts internationaux. Ces dernières années, partant de la nécessité de veiller en permanence à ce que les activités de recherche du pays satisfassent aux normes internationales, le gouvernement suisse a fait de cette dimension internationale un instrument encore plus spécifique de sa politique scientifique. Ainsi, l'habitude du Fonds national suisse de faire appel à des experts étrangers pour évaluer les projets de recherche est maintenant devenue une pratique systématique, appliquée à presque tous les projets. L'Institut fédéral de technologie de Zurich (ETH) a toujours compté des chercheurs et des ingénieurs étrangers parmi son corps enseignant mais, depuis 1973, la politique officielle de l'Institut vise à recruter, autant que possible, les « meilleurs spécialistes mondiaux » quelle que soit leur nationalité. Ainsi, sur 53 professeurs titulaires nommés entre 1974 et 1980, 55 % étaient des étrangers.

Même si, pour reprendre les mots de George B. Kistiakowski, « la science compte aujourd'hui parmi les quelques langues internationales de la communauté humaine », la mobilité des chercheurs et la circulation des idées ne sont pas exemptes de difficultés. Le Japon et l'Australie, par exemple, ont pleinement conscience du handicap que représente leur isolement géographique par rapport aux grands centres de l'activité scientifique, et il est certain que le problème de la langue constitue pour les savants japonais un obstacle majeur. (Le ministère

japonais de l'Education, de la Science et de la Culture fournit d'ailleurs une aide financière pour la traduction des ouvrages scientifiques japonais en d'autres langues. La Société japonaise pour la promotion de la science consacre des fonds très importants pour promouvoir des échanges de chercheurs sur une base bilatérale et des projets de recherche conjoints. Le budget de la Société se montait en 1979 à 2.56 milliards de yen, 70 % de cette somme étant destinés à favoriser le développement de la collaboration internationale.) En Turquie, la pénurie de devises étrangères limite les possibilités de déplacement des chercheurs à l'étranger et l'accès régulier aux publications internationales spécialisées.

C'est en vue de surmonter ce type de difficultés que, depuis sa création en 1958, le Comité scientifique de l'OTAN a consacré l'essentiel de son action à promouvoir la mobilité des chercheurs et la circulation des idées. Premièrement, le Programme des bourses scientifiques (55 % du budget) permet des échanges de chercheurs entre les pays membres de l'Alliance atlantique (environ 750 bourses sont accordées chaque année). En second lieu, le Programme des instituts d'études avancées (21 % du budget) permet à de jeunes scientifiques, après leur doctorat, de se réunir dans des lieux intellectuellement stimulants pour suivre des cours de chercheurs éminents (environ 5 000 scientifiques participent chaque année à quelque 80 instituts durant deux semaines, et plus de 800 textes ont été publiés à la suite de ces stages). Enfin, le Programme des subventions de recherche (14 % du budget) est destiné à stimuler, encourager et faciliter les recherches menées en coopération par des chercheurs de différents pays de l'Alliance (environ 2 000 projets engageant plus de 7 000 chercheurs ont été financés).

On entend dire actuellement dans de nombreux pays de l'OCDE que la mobilité internationale des chercheurs connaît un sérieux ralentissement. Malheureusement, le manque de statistiques en ce domaine empêche de vérifier et de préciser ce qu'il en est de façon certaine. Les seules données chiffrées dont on dispose sont celles établies par la « Commission on Human Resources » du « National Research Council » des Etats-Unis ; elles montrent une baisse sensible du nombre des chercheurs américains allant travailler à l'étranger après l'obtention de leur doctorat. Il est toutefois significatif que la même préoccupation soit exprimée par plusieurs pays européens, un accent particulier étant mis sur la réduction des séjours de longue durée (plus de six mois) des chercheurs dans les laboratoires d'autres pays. Parmi les raisons avancées pour expliquer ce qui reste encore une hypothèse figurent les problèmes de financement ainsi que la situation de l'emploi qui inciterait les chercheurs à préférer la sécurité du laboratoire où ils ont un poste aux incertitudes, même prometteuses, d'une expatriation temporaire.

B. PROGRAMMES ET EQUIPEMENTS INTERNATIONAUX

Les années 70 ont connu un développement régulier des grands programmes de recherche internationaux sur des problèmes dont la nature autant que l'ampleur exigent une action concertée d'un grand nombre de participants. Comme il ne saurait être question d'en dresser ici une liste exhaustive, on en donnera seulement deux exemples significatifs choisis arbitrairement. Le premier est le programme GARP (Global Atmospheric Research Programme) lancé au début de la décennie par l'Organisation météorologique mondiale. Le second, plus récent puisque la convention le créant a été signée à Canberra le 11 septembre 1980, est le programme CAMLR (Conservation of Antarctic Marine Living Resources) auquel

participent les Etats signataires du Traité sur l'Antarctique et dont le but est d'arriver à gérer toutes les ressources marines de l'Antarctique comme un écosystème.

De même, les grandes institutions scientifiques internationales, créées pour construire et gérer les équipements dont le coût dépasse de toute évidence les possibilités de chacun des pays, ont poursuivi leur développement. Tel est en particulier le cas du CERN (Organisation européenne pour la recherche nucléaire) dont l'influence dépasse largement le cadre européen et dont le succès en a fait un symbole et un modèle. Cette organisation prévoit actuellement la construction d'un nouvel accélérateur de particules qui aurait un anneau de 9.5 km de diamètre, alors que l'anneau de 2.2 km de diamètre de l'actuel super proton synchrotron (SPS) mis en service il y a seulement quatre ans est déjà le plus grand du monde. Le nouvel accélérateur doit réaliser des collisions électron-positron d'une énergie de $2 \times 22-130$ GeV, alors que celle des collisions de protons obtenues par le SPS atteint 400 GeV. Tandis que le budget approuvé pour le SPS était d'environ 250 millions de dollars, la première tranche des travaux du nouvel accélérateur, baptisée Lep, devrait coûter près de 610 millions de dollars, la seconde tranche quelque 120 millions de dollars supplémentaires et une phase ultérieure devrait porter le coût global à un milliard de dollars. Comme les ressources dont disposait à cet effet le groupe des 12 pays européens concernés n'étaient que d'environ 330 millions de dollars en 1978, il a été convenu que les fonds nécessaires au nouvel accélérateur seraient obtenus en puisant dans le budget actuel, grâce à l'arrêt d'équipements plus anciens.

A l'activité du CERN en physique des hautes énergies correspond celle de l'ESO (Organisation européenne pour les recherches astronomiques dans l'hémisphère austral) en matière d'astronomie ; son observatoire est situé à La Silla au Chili. Aux équipements existants (principalement le télescope de 3.6 m de diamètre), il est prévu d'ajouter deux nouveaux télescopes de 2.2 m et 3.5 m de diamètre dont la réalisation est liée à l'adhésion de l'Italie et de la Suisse (les six premiers membres étant l'Allemagne, la Belgique, le Danemark, la France, les Pays-Bas, la Suède). En outre, l'ESO entreprend des études préliminaires pour la mise en place d'un télescope de très grande ouverture (VLT).

Le Laboratoire européen de biologie moléculaire (EMBL) et la Conférence européenne de biologie moléculaire résultent l'un et l'autre du souci apparu au début des années soixante d'éviter une « fuite des cerveaux » dans ce domaine. Pour sa part, la Conférence se préoccupe exclusivement de bourses, de cours d'été, de séminaires, etc. et compte quinze pays membres, dont dix contribuent également à l'EMBL.

A sa création, en 1964, l'Organisation européenne de biologie moléculaire (EMBO) constituait avant tout une société savante et un groupe de pression international et ne disposait pas de crédits. La mise en place d'un laboratoire figurait toutefois parmi ses principaux objectifs. Les Etats sollicités « repoussèrent purement et simplement »² en 1967 le projet initial de laboratoire et un nouveau projet vit le jour en 1970 ; il visait à créer un laboratoire deux fois moins important et répondant à une conception différente — « se charger des travaux que les instituts nationaux ne peuvent accomplir facilement ». Ce dernier point constituait apparemment « la condition indispensable au démarrage effectif du projet ». Les statuts de l'EMBL furent scrupuleusement calqués sur ceux du CERN, et le choix de son emplacement (à Heidelberg, en Allemagne) fut un

2. Citations extraites du témoignage du directeur général de l'EMBL, Sir John Kendrew, devant le Comité spécial sur la Communauté européenne de la Chambre des Lords, 1977-1978, 6th Report (87), para. 30-99.

« choix politique... étroitement lié au choix du site du nouvel accélérateur de 300 Gev ». L'accord fondant juridiquement l'EMBL a été signé en 1974.

En plus du développement des grands organismes multilatéraux, les années 70 ont également connu la construction conjointe par deux ou trois pays d'installations d'une ampleur relativement moindre. Comme exemples parmi d'autres, on peut citer : le réacteur à haut flux de l'Institut Laue-Langevin de Grenoble construit par l'Allemagne et la France auxquelles s'est joint ultérieurement le Royaume-Uni ; le télescope anglo-australien de 3.81 m de diamètre situé à Siding Spring (Australie) ; et le télescope franco-canadien de 3.6 m de diamètre situé à Hawaï.

Les grands équipements qui viennent d'être cités sont autant de succès de la coopération et ont puissamment contribué au progrès des connaissances. Ces succès ne vont toutefois pas sans poser quelques problèmes aux pays participants. Ils drainent en effet une fraction parfois considérable des ressources nationales consacrées aux disciplines concernées — souvent accrue par l'évolution des taux de change — et réduisent ainsi la marge de manœuvre déjà limitée des politiques de la science et de la technologie.

C. LA FONDATION EUROPÉENNE DE LA SCIENCE

La création en 1974 de la Fondation européenne de la science (FES) constitue une remarquable expérience de coopération scientifique dont il convient de ne pas négliger les leçons. Outre l'avantage initial d'un climat favorable et de l'excellente disposition des pouvoirs à son endroit, elle a bénéficié d'une direction résolue, quoique prudente. Investie d'une mission générale et non de tâches spécifiques, elle s'est donc trouvée en mesure de sélectionner ses activités parmi celles proposées par les organisations membres, de façon à assurer « un intérêt mieux partagé pour celles retenues en définitive ». Son champ d'action englobe les sciences sociales, les sciences humaines, le droit, ainsi que les sciences pures proprement dites. La valeur éminente des collaborations retenues par la Fondation pour ses travaux a conféré une autorité particulière à ses études et à ses propositions, et la mise en œuvre de ces dernières a réciproquement permis d'attirer l'attention de personnalités de premier plan.

La Fondation a prouvé qu'il valait la peine d'inventorier les informations existantes et d'en stimuler la libre circulation ; ainsi la notion « d'activités additionnelles » s'est vue maintenant qualifiée de « méthode la plus efficace » permettant à la Fondation de mener à bien sa mission principale : faire progresser la coopération dans la recherche fondamentale. Le caractère facultatif de ces activités additionnelles confère en effet à ce système une souplesse particulière. Pour chaque activité est établi un budget auquel contribue chacune des organisations qui y participent. Il y avait en 1979 cinq activités additionnelles, y compris un projet de Centre européen de rayonnement de synchrotron. Les nombreuses difficultés administratives soulevées dans le cours de ces activités se sont traduites en définitive — du fait même qu'elles ont été surmontées — par une consolidation des assises nécessaires à une collaboration plus étroite. Récemment, la Fondation a perçu le besoin, dans certains cas, de communiquer ses rapports à des organisations non membres et, par ailleurs, de disposer le cas échéant d'un moyen administratif lui permettant de s'adresser aux gouvernements au nom de l'ensemble des organisations membres lorsqu'une action concertée s'avère souhaitable³.

3. *Rapport de la FES - 1979*, pp. 1-2.

II. LES ORGANISATIONS INTERGOUVERNEMENTALES A VOCATION GÉNÉRALE

A. LES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

1. *Initiatives*

En matière de recherche scientifique et technique les trois traités régissant les Communautés européennes ne mentionnent explicitement que la promotion de mesures relatives respectivement au charbon, à l'acier, à l'énergie atomique et à l'agriculture. Ce n'est qu'au cours des années 1970 que diverses initiatives furent prises par la Commission des Communautés européennes pour faire approuver par le Conseil des ministres des Communautés la mise en œuvre progressive d'une « politique commune dans le domaine de la science et de la technologie ». En 1972, la Commission présenta au Conseil un document intitulé « Objectifs et moyens pour une politique commune de la recherche scientifique et du développement technologique ». Cette communication fut suivie, en 1973, d'une proposition de « Programme d'action en matière de politique scientifique et technique ». Des débats relatifs à ces deux documents devaient naître une vaste étude — « Europe + 30 » — et le concept de base de la « Fondation européenne de la science » qui devait voir le jour selon un statut et une composition élargis en 1974.

L'impulsion relative au développement d'une véritable « politique commune » en matière de Recherche-Développement fut donnée par les chefs d'Etat et de gouvernement, réunis « au sommet » à Paris en 1972, qui chargèrent le Conseil des ministres des Communautés d'adopter des mesures concrètes en la matière. Celles-ci furent décidées en janvier 1974 et avaient pour but :

- « de définir des objectifs et d'assurer le développement d'une politique commune dans le domaine de la science et de la technologie qui implique la coordination des politiques nationales, et l'exécution en commun d'actions d'intérêt communautaire » ;
- de n'exclure de cette politique que « les actions couvertes par le secret militaire et industriel » ;
- « d'instituer pour assister la Commission et le Conseil dans l'accomplissement de ces tâches, un Comité de la recherche scientifique et technique (CREST) ... comité composé des représentants des Etats membres et de la Commission ». Ces représentants sont en fait des hauts fonctionnaires responsables dans leur pays de la politique scientifique et technique.

La mise en œuvre progressive, au cours des années 1974 à 1976, des termes de cette résolution permit notamment d'intégrer dans un examen global les activités

du Centre commun de recherche (CCR) implanté à Ispra (Italie), Geel (Belgique), Karlsruhe (Allemagne) et Petten (Pays-Bas) et institué par le Traité EURATOM. En effet, le programme quadriennal du CCR, adopté en 1973, prévoyait la diversification des activités du Centre hors du domaine nucléaire : protection de l'environnement, matériaux de référence, hydrogène, énergie solaire, télé-détection, etc.

Cette période 1974-1976 fut marquée par la mise en place des structures prévues par la résolution du Conseil (création du CREST et d'un ensemble de sous-comités spécialisés) ainsi, et surtout, par l'élaboration des « lignes directrices de la politique commune de R-D ». Ces lignes directrices précisaient les objectifs, les critères, les moyens et les modalités de la politique commune pour les années 1977 à 1980. En particulier, dans le but de soutenir les politiques sectorielles de la Communauté et de contribuer à la définition de nouvelles politiques, quatre axes prioritaires étaient arrêtés :

- la sécurité d'approvisionnement à long terme en matière de ressources (énergie, agriculture, matières premières) ;
- la promotion d'un développement industriel communautaire compétitif au plan international (informatique, textiles, établissement d'un bureau communautaire de références, etc.) ;
- l'amélioration des conditions de vie et de travail (recherche médicale, urbanisme, etc.) ;
- la protection de l'environnement et de la nature.

Suivant ces lignes directrices, la politique commune de recherche a connu depuis lors un développement continu. Ainsi, de 1973 à 1979, la masse totale des crédits communautaires consacrés chaque année à la Recherche et au Développement — tous programmes confondus — est passée de 70 MUCE à près de 300 MUCE, ce qui représente une augmentation réelle importante, même compte tenu de l'inflation.

Les critères désormais appliqués pour la sélection des programmes de R-D sont les suivants :

- la réalisation du projet considéré ne peut être entreprise par un Etat membre seul en raison de son coût élevé, tant en crédits qu'en personnel (fusion thermonucléaire) ;
- la réalisation de programmes ou de projets au niveau communautaire permet d'obtenir une plus grande efficacité et de parvenir à une rationalisation des activités, notamment du fait que les groupes de chercheurs sont dispersés dans les pays membres et sont de dimensions sous-critiques (exemple, certains secteurs de la recherche médicale, urbanisme, recherche sociale) ;
- certains besoins communs au niveau de la Communauté rendent nécessaires des actions communes (par exemple, dans le secteur de l'environnement, de la sûreté nucléaire, des matériaux de référence et de la radio-protection) ;
- activités dans lesquelles la Communauté a un rôle important à jouer par la coordination ou la stimulation (par exemple, pour la promotion de l'exploitation de nouvelles sources d'énergie, des économies d'énergie et de matières premières) ;
- projets de recherche et de technologie exigeant des structures d'action transnationales (par exemple, dans les transports, l'information et la documentation ou les télécommunications).

Parallèlement à la conception et à la mise en œuvre des programmes de recherche d'intérêt communautaire a été réalisé (avril 1979) un premier exercice

général de confrontation des politiques nationales et communautaires de R-D dans le double but de stimuler la coordination des activités nationales et d'évaluer la pertinence des priorités suivies au plan communautaire.

Les résultats de cet exercice ont amené le Conseil des ministres de la Recherche (22 octobre et 20 décembre 1979) à :

- confirmer les priorités communautaires de R-D (énergie, matières premières, agriculture, environnement et certains secteurs de recherche industrielle);
- interroger la Commission sur les incidences possibles de la R-D sur les politiques horizontales (telles que la politique régionale, les futures politiques structurelle, économique et industrielle, notamment en ce qui concerne les petites et moyennes entreprises, et les politiques d'aide au développement);
- demander à la Commission de lui faire rapport sur la concentration des programmes, la rationalisation des structures, l'exploitation et l'évaluation des résultats de la recherche communautaire, enfin sur la question de la mobilité des chercheurs.

Il convient au demeurant de mentionner que, dans le but de compléter son appareil structurel en matière de R-D, la Communauté s'est assuré, au cours de la période 1974-1980, le concours d'un Comité permanent de la recherche agromique (CFRA) et d'un Comité consultatif de la R-D industrielle (CORDI).

2. Méthodes et modalités

La Communauté européenne se consacre essentiellement, dans le domaine de la science et de la technologie, à des recherches de type appliqué. Les actions communautaires sont réalisées dans la majorité des cas selon trois modalités : action directe, action indirecte, action concertée.

a) *action directe*

On entend par action directe la recherche propre de la Communauté (personnel de recherche à statut communautaire : environ 2 000 personnes en 1980) dans les quatre établissements du Centre commun de recherche. Ce dernier a un rôle spécifique à jouer dans le cadre de la politique commune de la science et de la technologie. Il peut être résumé comme suit :

- i) *Exécution de programmes de nature « centrale »* : le CCR se concentre sur des activités de recherche qui justifient l'établissement d'un important potentiel de recherche au niveau de la Communauté — qui appellent une centralisation de dispositifs expérimentaux ou de compétences (par exemple par la mise en place de grandes installations) — pour lesquelles il peut agir comme point focal ou de catalyse en vue d'une coordination au niveau de la Communauté — et finalement par lesquelles il peut promouvoir l'application de nouvelles technologies.
- ii) *Exécution de tâches de service public* : en rencontrant les besoins des organisations gouvernementales, des universités et de l'industrie en matière d'équipements spécialisés, de savoir-faire, de produits et de services. Dans ce cadre, un facteur déterminant réside dans la position indépendante du CCR et dans l'impartialité de ses jugements.
- iii) *Fourniture de services à la Commission* : le CCR agit en tant qu'outil propre de la Commission par la mise à disposition d'expertise et de support scientifiques et techniques en faveur de la formulation et de la mise en œuvre des politiques sectorielles communes. Dans cette

perspective, un facteur nouveau important réside dans la contribution que le CCR peut apporter à la coopération scientifique et technique avec les pays en développement dans le cadre des politiques correspondantes.

b) *action indirecte*

L'action indirecte correspond à des travaux de recherche menés sous contrat par des établissements publics ou des entreprises industrielles privées au sein des différents Etats membres. Les projets ne sont financés en moyenne qu'à 50 % sur le budget communautaire, le reste provenant des budgets nationaux. La recherche contractuelle représente un important instrument de coordination. Sur la base des critères de sélection généraux et spécifiques définis pour les programmes communautaires, elle rend possible des travaux de Recherche et de Développement qui ne pourraient pas toujours être entrepris au niveau national. Elle offre en particulier la possibilité d'utiliser les équipes de chercheurs et les laboratoires des Etats membres, et de coordonner les travaux des équipes les plus compétentes.

c) *action concertée*

Dans l'action concertée, le programme cadre est fixé en commun. Les diverses parties du programme sont intégralement financées par les Etats membres et exécutées sous leur responsabilité. La Commission assure la coordination des travaux et les échanges de connaissances. L'action concertée donne ainsi la possibilité d'assurer, dans certains cas, une coordination efficace avec des moyens réduits.

La corrélation entre ces trois modalités de recherche n'est régie par aucune règle stricte. Elles peuvent s'enrichir mutuellement. Ainsi, les travaux accomplis au titre d'une action concertée peuvent donner naissance à des actions indirectes bénéficiant d'une participation accrue de la Communauté. Les actions concertées jouent de ce fait un rôle efficace, financièrement avantageux, dans l'expérimentation de programmes de recherche de type nouveau. La coordination de ces trois modalités est donc indispensable.

Dans la mise en œuvre des programmes communautaires, la Commission et ses services sont assistés par des Comités consultatifs en matière de gestion de programmes (CCMGP) et par des Comités d'actions concertées (COMAC) composés d'experts des Etats membres désignés par leur gouvernement.

3. *Programmes*

A l'heure actuelle, les programmes suivants sont développés au plan communautaire :

a) *Approvisionnement à long terme et ressources*

— *Energie*

Energies nouvelles

Energie solaire

Energie géothermique

Utilisation de l'hydrogène

Economies d'énergie

Analyse de systèmes

Fission nucléaire

Recyclage du plutonium

Gestion et stockage des déchets radioactifs

Sécurité des réacteurs thermiques à eau
Déclassement des centrales nucléaires
Développement des réacteurs et technologies avancées
Fusion thermonucléaire contrôlée
JET
Charbon
Techniques minières
Valorisation des produits

— Ressources

Matières premières
Matières premières primaires
Uranium (extraction et exploitation)
Recyclage des déchets urbains et industriels
Recyclage des papiers et cartons
Agriculture
Programmes communs et programmes de coordination.

b) *Environnement, santé et qualité de la vie*

— Environnement

Protection de l'environnement
Boues d'épuration
Polluants atmosphériques
Micropolluants organiques dans l'eau
Climatologie
Urbanisme (en préparation)
Pollution en sidérurgie
Lutte contre les nuisances en sidérurgie

— Radioprotection

— Santé et sécurité

Anomalies congénitales
Vieillesse cellulaire
Oxygénation extracorporelle
Thrombose
Audition
Monitoring périnatal
Electrocardiographie
Affections respiratoires chroniques
Ergonomie et réadaptation
Hygiène industrielle dans les mines
Sécurité minière.

c) *Développement économique*

— Technologies conventionnelles

Acier
Textile (en préparation)
Chaussure
Céramique
Denrées alimentaires

- Technologies nouvelles
 - Informatique
 - Biotechnologie
 - Génie biomoléculaire (en préparation)
- Actions de support
 - Traduction automatique EUROTRA (en préparation)
 - Bureau communautaire de références.
- d) *Information et documentation scientifique et technique*
 - IDST
- e) *Etudes prospectives et divers*
 - FAST
 - Formation en matière de recherche scientifique et technique
 - Pays en développement (en préparation).

Ces programmes sont d'importance inégale, tant sur le plan scientifique que sur le plan financier. La ventilation ci-dessous rend compte, pour fixer les idées, des dépenses engagées en 1978 dans les principaux domaines d'activité :

Energie nucléaire	46 %
Energie non nucléaire	23 %
Matières premières	2.3 %
Développement économique	14.1 %
Santé et qualité de la vie	6.7 %
Environnement	5.2 %
Autres secteurs	2.7 %

4. *Coopération internationale*

La coopération internationale demeure un important élément de la politique communautaire de recherche. Au cours des dernières années la coopération avec les pays COST (pays d'Europe occidentale non membres de la Communauté) a pu — ainsi que précisé plus loin — être renforcée et approfondie. La coopération avec les pays en développement, notamment avec les pays signataires de l'Accord de Lomé, ceux du Maghreb et du Machrak, ainsi qu'avec quelques pays non associés (par exemple, Inde et Israël) a pu être amorcée. Les relations scientifiques et techniques avec les grands pays industrialisés extra-européens, surtout les Etats-Unis et le Canada, ont été sectoriellement relancées.

La Communauté maintient des contacts suivis avec les organisations internationales : les Nations Unies et leurs agences spécialisées telles que l'UNESCO, l'ECE, l'AIEA, la FAO et l'OMS. De même, elle suit étroitement et participe aux travaux de l'OCDE, de l'AIE et de l'AEN. Enfin, elle entretient des contacts réguliers avec la Fondation européenne de la science.

5. *Un exemple de première importance : le programme fusion nucléaire et le projet JET*

Le projet JET, qui constitue actuellement la pierre angulaire du programme européen de recherche sur la fusion nucléaire, est un exemple de première importance en ce qui concerne la coopération multinationale. Dès l'origine, la

complexité des problèmes scientifiques et techniques a poussé les pays de la Communauté à unir leurs efforts. La fusion nucléaire figurait en 1958 dans le programme initial de la CEEA (EURATOM) : à cette date une activité importante existait déjà aux Etats-Unis, au Royaume-Uni et en Union soviétique. La Commission, plutôt que de créer son propre laboratoire au CCR, a préféré établir des contrats d'association avec les organisations nationales actives dans le secteur en vue de promouvoir et coordonner les actions en cours. Cette politique a été poursuivie lors de l'élargissement de la Communauté et deux autres pays — la Suède en 1976 et la Suisse en 1979 — ont également conclu des contrats d'association avec EURATOM. Tous ces pays travaillent en commun dans le cadre de structures créées à l'initiative de la Commission des Communautés européennes. Le programme européen de fusion nucléaire — dans lequel le projet JET est intégré — est un programme d'actions indirectes : les travaux effectués dans les laboratoires sont financés partiellement par la Communauté, selon le degré de priorité des projets. Le mode de financement est le suivant :

- 25 % pour les dépenses générales,
- 45 % des coûts de construction des dispositifs expérimentaux ayant un caractère prioritaire,
- 80 % du coût total du projet JET. En ce qui concerne ce projet, l'organisation hôte (l'UKAEA au Royaume-Uni) participe pour 10 %, et les derniers 10 % sont partagés entre tous les membres ayant passé un contrat avec EURATOM. Ce mode de financement permet aux laboratoires de poursuivre leurs programmes propres tout en étant engagés dans la réalisation de ce grand projet européen.

Le but physique à atteindre est d'obtenir à partir des réactions de fusion au moins autant d'énergie qu'il en a été stocké dans la machine. Pour cela, un mélange de deutérium et de tritium à l'état ionisé (plasma) doit être porté à des températures de l'ordre de 100 millions de degrés. De plus, le produit de la densité par le temps de confinement du plasma doit être suffisamment élevé. A la fin des années 1960, la configuration de type Tokamak — configuration torique où un courant est induit dans le plasma — a semblé la plus prometteuse (expérience T3 en URSS). D'autre part, des meilleures performances — en vue du futur réacteur à fusion — ne peuvent être atteintes que dans des machines de grande dimension. C'est pourquoi des réunions ont eu lieu en 1969 en vue de rattraper le retard dans ce domaine (trois Tokamaks de dimension moyenne furent décidés), puis plus tard (en 1971), en vue de concevoir une machine capable de produire un plasma dans des conditions proches de celles du réacteur. La machine projetée la plus forte à cette époque (PLT aux Etats-Unis) possédait des dimensions trop différentes de celles du réacteur futur pour qu'on puisse extrapoler ses résultats à ceux du réacteur. Une machine de dimensions intermédiaires s'imposait donc.

Un groupe d'étude fut constitué en septembre 1973 par des physiciens et ingénieurs venant de tous les laboratoires associés. L'UKAEA offrit à ce groupe de s'installer dans son centre de Culham et de lui fournir le personnel de soutien nécessaire. La conception générale fut terminée au milieu de l'année 1975, puis la conception de détail fut entreprise et certains composants majeurs purent être commandés.

La décision définitive relative au site ne fut arrêtée quant à elle qu'en octobre 1977 par l'adoption du site de Culham (Royaume-Uni). L'entreprise commune JET (Joint European Torus) fut créée le 1^{er} juin 1978. Le coût du projet — en ce qui concerne la phase de construction, prévue pour durer jusqu'à fin 1982 — fut estimé à 184.6 MUCE. Le financement total a été indiqué plus

haut. Un effectif d'au moins 300 personnes (dont 150 agents EURATOM) est prévu pour la constitution de l'équipe de projet. Le coût du JET représente environ le quart du coût global du programme quinquennal européen de la fusion. Les projets équivalant au JET à l'échelle mondiale sont TFTR aux Etats-Unis, JT-60 au Japon et T15 en URSS.

6. *La collaboration COST*

En 1965, les experts en matière de science et de technologie des gouvernements des six pays constituant alors les Communautés ont été réunis dans un comité dit de la politique de recherche scientifique et technologique (PREST). Cet organisme a alors défini sept secteurs d'avenir de la science et de la technologie européennes : traitement de l'information, télécommunications, nouveaux modes de transport, océanographie, métallurgie, protection de l'environnement et météorologie. En 1967, le Conseil a demandé qu'un rapport soit préparé sur les possibilités qu'offrirait une collaboration technologique européenne dans ces secteurs ; à la suite de cette demande, 47 projets distincts furent proposés.

En 1969, quinze gouvernements européens créèrent le Comité COST (Coopération européenne dans le domaine de la recherche scientifique et technique) auquel s'associèrent ultérieurement quatre autres pays. A présent, les pays participants sont les suivants — en plus des Etats membres des Communautés : l'Autriche, la Finlande, la Norvège, le Portugal, l'Espagne, la Suède, la Suisse, la Turquie et la Yougoslavie. En 1971, le groupe des dix-neuf pays ainsi constitué s'entendit sur un ensemble de sept projets en coopération consacrés respectivement à l'informatique, à certains types d'antennes, à du matériel de turbines à gaz, aux équipements d'installations de dessalement, au comportement de l'anhydride sulfureux dans l'atmosphère, à l'analyse des micropolluants dans l'eau et au traitement des boues d'épuration.

La mise en œuvre progressive, à partir de 1974, de la politique commune de R-D au sein de la Communauté, la reconnaissance de la part de cette dernière du COST comme cadre privilégié pour la coopération scientifique et technique entre elle et les Etats tiers, la définition des modalités et procédures de coopération ont permis d'élargir, au-delà des secteurs cités, le champ de cette coopération (cf. tableau, Appendice 1), notamment en permettant à des pays tiers de participer à des programmes de recherche réalisés sous l'égide des Communautés.

Les programmes en coopération du COST sont exécutés sous forme d'actions concertées. Selon ce principe, les participants élaborent conjointement un programme de recherche puis regroupent les résultats obtenus tout en assumant, chacun pour leur part, les dépenses engagées dans leurs centres de recherche respectifs. Le cadre juridique relatif à la mise en œuvre de ces programmes est d'une grande souplesse. Selon le cas, elle s'appuie sur des conventions ou des accords internationaux, sur une résolution adoptée par une conférence ministérielle ou encore sur des « déclarations communes d'intention ». Ce dernier instrument juridique qui, dans la majorité des Etats, ne doit pas nécessairement être ratifié par les parlements nationaux, est de plus en plus utilisé pour la mise en œuvre d'une vaste gamme de projets d'envergure réduite qui ne comportent pas d'obligations ni d'engagements financiers dépassant le plafond des programmes nationaux coordonnés. Un modèle type de « déclaration commune d'intention » vient d'être mis au point et son application permettra d'accélérer la réalisation des futures actions.

Au Comité COST siègent des hauts fonctionnaires de la R-D des 19 pays européens participants et des experts de la Commission. Le secrétariat du Comité est assuré par le secrétariat général du Conseil des ministres de la CEE tandis

que les secrétariats des comités techniques (établis pour la préparation des programmes) et des comités de gestion (créés pour assurer la mise en œuvre des programmes) sont assurés en général par les services de la Commission ou, pour quelques cas particuliers, par les experts des pays participants.

Quatre catégories de coopération ont été définies, à savoir :

Catégorie I :

Programmes communautaires auxquels des Etats COST intéressés qui ne sont pas membres de la Communauté peuvent être associés ; cette association se fait par le biais d'un accord négocié et conclu conformément aux dispositions des Traités instituant les Communautés.

Catégorie II :

Actions COST qui font également l'objet d'un programme communautaire. Il s'agit ici de projets conçus à l'origine dans le cadre COST qui, en revêtant un intérêt pour tous les Etats membres de la Communauté, sont adoptés par le Conseil des Communautés sous forme de programmes communautaires et font ensuite l'objet d'un accord de concertation entre la Communauté et les Etats tiers COST.

Catégorie III :

Actions COST auxquelles les Etats membres participent parallèlement à la Communauté. Les accords relatifs à ces actions sont signés par les Etats intéressés et par la Communauté qui, suite à ses programmes de recherche en la matière ou aux liens existant entre les actions en cause et les politiques sectorielles communautaires, juge opportun d'y participer.

Catégorie IV :

Actions COST sans participation de la Communauté. Les services de la Commission, sur demande des Etats signataires, assurent gratuitement le secrétariat et tout le travail y afférent.

Le cadre de la coopération COST est très original : l'ensemble des pays participants entendent conserver la souplesse qui est sienne et, progressivement, se dégage une stratégie visant à une coopération scientifique accrue entre pays strictement européens sur des thèmes précis. Un des projets COST a conduit à la conclusion d'un accord entre quinze pays, signé en 1973, créant un Centre européen de prévisions météorologiques à moyen terme, installé à Reading (Royaume-Uni), projet difficilement qualifiable de mineur. A l'heure actuelle une trentaine de programmes s'inscrivant dans les quatre catégories énumérées plus haut sont en cours. La liste de ces programmes figure à l'Appendice 1.

B. L'OCDE

D'une façon générale, l'OCDE — et en particulier son Comité de la Politique scientifique et technologique — a mis l'accent sur les études visant à la connaissance mutuelle et l'analyse commune des politiques gouvernementales relatives à la science, la technologie et l'innovation, plutôt qu'à la promotion de programmes de recherche en collaboration. Il convient toutefois de rappeler le « rôle de catalyseur » qu'a joué jusqu'à sa disparition en 1970 le Comité de coopération dans la recherche : c'est de lui en effet que sont issus, non seulement l'actuel Comité de l'Environnement et le Programme de coopération dans la recherche

routière, mais aussi un certain nombre de groupes qui, après être devenus indépendants de l'OCDE, ont poursuivi leur effort de coopération dans des domaines aussi divers que le forgeage des métaux, la préservation du bois, la préservation des matériaux en milieu marin ou les substances instables⁴. L'OCDE est en outre le lieu d'activités plus opérationnelles : en plus du Programme de coopération dans la recherche routière qui vient d'être mentionné, de l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) et de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) qui sont traitées dans le chapitre suivant, trois développements méritent d'être brièvement décrits.

1. *Projet de recherche concertée sur la production et la protection des denrées alimentaires*

A la suite d'une recommandation adoptée lors de la Réunion du Comité de la Politique scientifique et technologique au niveau ministériel de juin 1975 en réponse à une proposition des Etats-Unis concernant la nécessité de promouvoir la Recherche et le Développement dans le domaine alimentaire⁵, des propositions spécifiques de Projet de recherche concertée sur la production et la protection des denrées alimentaires ont été élaborées lors d'une réunion des directeurs de la Recherche agronomique puis de réunions d'experts qui ont eu lieu à la fin de 1975 et au début de 1976. Il y a eu rapidement accord sur ce que devraient être le contenu et l'organisation du Projet, mais il n'a finalement été créé par le Conseil qu'en décembre 1978. Ce retard a été dû à des difficultés concernant le financement du Projet et les propositions initiales ont dû être réduites.

Le Projet n'a donc pu réellement commencer que vers le milieu de 1979. Il comprend quatre programmes qui portent respectivement sur la fixation de l'azote, l'amélioration de la photosynthèse, les déchets cellulosiques et les mycotoxines. Le programme sur la photosynthèse est le plus développé : il s'agit d'un effort coordonné de plus de 100 laboratoires autour de 20 thèmes de recherche. Le programme sur la fixation de l'azote en est à un stade moins avancé : il est prévu d'allouer quelques bourses de façon à permettre à des chercheurs de se spécialiser dans ce domaine. Les programmes sur les déchets cellulosiques et les mycotoxines comprennent essentiellement l'organisation d'« ateliers » sur des aspects très spécialisés de ces deux domaines.

2. *Projet international en matière d'irradiation des denrées alimentaires*

Le Projet international en matière d'irradiation des denrées alimentaires a été lancé en 1971 sous l'égide de l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE, de l'Agence internationale de l'énergie atomique et de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. L'accord qui le créait a pris effet le 1^{er} janvier 1971 ; il prévoyait initialement une durée de cinq ans qui a été par la suite prolongée jusqu'au 31 décembre 1981. Au cours de son existence, ce Projet aura bénéficié du concours d'organisations appartenant à 26 pays.

Il a été montré que le traitement par irradiation des denrées alimentaires est extrêmement efficace pour réduire les pertes dues aux attaques bactériennes, aux dégâts causés par les insectes, au pourrissement ou à la germination prématurée au cours de stockages prolongés. Le but principal des travaux entrepris dans le cadre de ce projet est d'établir des données objectives sur la comestibilité et l'innocuité sur la base desquelles puissent se fonder les décisions nationales et

4. Un autre exemple important du « rôle de catalyseur » qu'a joué l'OCDE est donné par l'EIRMA (Association européenne pour l'administration de la recherche industrielle).

5. PRESSE/A(75)26, para. 15.

internationales quant à la possibilité d'accepter l'irradiation comme technique de préservation des denrées alimentaires. Lors d'une réunion qui a eu lieu à Genève en octobre 1980, le Comité mixte OAA/AIEA/OMS d'experts sur la comestibilité et l'innocuité des aliments irradiés a examiné les données préparées par le Projet et recommandé que soient en général tenus pour acceptables les aliments irradiés jusqu'à une dose moyenne de 1 Mrad (10 kgy). Les doses de cet ordre conviennent au traitement de presque tous les aliments faisant l'objet d'un commerce national ou international. Cette recommandation est en cours d'approbation pour soumission aux gouvernements selon les procédures de la Commission du Codex Alimentarius qui régissent les échanges internationaux de denrées alimentaires. De nouvelles initiatives internationales visant à étudier les aspects techniques, juridiques, commerciaux et autres liés à la commercialisation des aliments irradiés sont en cours d'examen.

3. *Le Programme sur les produits chimiques*

A la suite des travaux entrepris au début des années 70 par le Comité de l'Environnement sur des substances « critiques » (comme les pesticides, le mercure, le cadmium et les PCB), les efforts en ce domaine se sont développés dans le sens recommandé par la Réunion internationale sur le contrôle des substances toxiques qui a eu lieu à Stockholm en avril 1975, et leur objectif essentiel est l'harmonisation des politiques nationales de contrôle des produits chimiques. Les travaux sont centrés sur six domaines prioritaires :

- i) *Essais des produits chimiques* : pour indiquer à la fois les essais convenant le mieux à l'évaluation des risques potentiels des produits chimiques, leur séquence et le calendrier de leur exécution.
- ii) *Bonnes pratiques de laboratoire* : pour définir les principes directeurs applicables au plan international pour le maintien de normes d'essai de haute qualité en laboratoire et pour étudier les moyens d'assurer leur respect.
- iii) *Echange d'informations* : pour faire en sorte que les informations sur les actions administratives soient transmises rapidement et effectivement aux autres pays de l'OCDE et pour examiner les moyens d'information des pays importateurs.
- iv) *Glossaire des mots clés* : pour établir un glossaire des mots clés agréés à utiliser pour le contrôle des produits chimiques afin d'éviter la création de barrières non tarifaires aux échanges.
- v) *Caractère confidentiel des données* : pour déterminer les informations nécessaires aux évaluations des produits chimiques du point de vue de la santé et de la sécurité, qui peuvent être considérées comme non confidentielles et pour étudier les domaines d'accord concernant la protection des informations confidentielles ou couvertes par des brevets.
- vi) *Effets sur l'économie et les échanges* : pour mettre au point des méthodes permettant de déterminer les conséquences potentielles sur l'économie et les échanges de la réglementation des produits chimiques.

Lors d'une réunion à haut niveau qui a eu lieu en mai 1980, on est parvenu à un accord sur le principe relatif à l'acceptation mutuelle des données. Ce principe affirme que les données obtenues dans un pays de l'OCDE lors d'essais destinés à déterminer les effets de produits chimiques sur la santé et sur l'environnement seront acceptées à des fins d'évaluation dans les autres pays de l'OCDE, dès lors que certaines procédures sont suivies. Les Lignes directrices de l'OCDE pour les essais et les Principes de l'OCDE relatifs aux bonnes pratiques de laboratoire sont

les éléments de base qui concourront l'un et l'autre à assurer l'acceptabilité des données. Les participants à la réunion ont également décidé que, dans la mesure du possible, les Lignes directrices pour les essais et les Principes relatifs aux bonnes pratiques de laboratoire seraient appliqués à titre provisoire dans les pays Membres, dans l'attente de leur adoption formelle par le Conseil de l'OCDE. Ils ont en outre décidé que les Lignes directrices pour les essais seraient périodiquement révisées et mises à jour pour tenir compte de l'évolution des connaissances scientifiques. Les participants se sont aussi mis d'accord sur l'étendue des essais auxquels les produits chimiques doivent être soumis avant que leur mise sur le marché soit autorisée. Les délégués ont souscrit à la proposition tendant à ce qu'un ensemble minimal de données d'essai soit fourni aux fins de réaliser une première évaluation d'un produit chimique nouveau⁶. Cet ensemble minimal de l'OCDE de données préalables à la commercialisation est un premier pas important vers l'élaboration d'une méthode globale et harmonisée d'essais séquentiels.

C. L'OTAN

1. *Le Comité scientifique*

Le rôle essentiel que joue ce Comité par la promotion de la coopération entre chercheurs des pays membres de l'OTAN a déjà été mentionné. En 1978, il a commémoré son 20^e anniversaire par une conférence d'importance majeure destinée à faire le bilan de l'impact de la science et de la technologie sur les sociétés occidentales et à examiner les défis futurs adressés au monde scientifique occidental, en particulier celui d'une prise en compte plus effective des questions de plus en plus complexes auxquelles sont confrontées ces sociétés. A la suite de cette Conférence, le Comité scientifique a décidé d'avoir des discussions plus fréquentes sur des questions de politique, centrées sur les problèmes, les besoins, les tendances du maintien d'un système de recherche dynamique dans les pays de l'OTAN.

Le Comité scientifique est de plus en plus préoccupé de l'augmentation des disparités entre les potentiels scientifiques et technologiques au sein de l'Alliance atlantique. Il a par conséquent décidé de créer un programme spécial d'une durée d'environ cinq ans destiné à aider la Grèce, le Portugal et la Turquie à renforcer leurs potentiels scientifiques et technologiques. L'objectif de ce programme, limité dans le temps, de coopération à des projets fondés sur l'effort propre de ces pays, est qu'à la fin de ces projets les potentiels locaux aient acquis une expérience de la gestion de la R-D suffisante pour leur permettre de se tourner vers d'autres questions d'importance nationale.

En ce qui concerne ses programmes ordinaires destinés à renforcer la base et l'infrastructure scientifique de ses pays membres, le Comité scientifique a estimé qu'ils mettaient peut-être trop l'accent sur les disciplines traditionnelles des sciences physiques et qu'il faudrait s'occuper davantage des sciences sociales et des domaines interdisciplinaires. Il a donc recommandé qu'un effort spécial soit fait pour élargir les domaines scientifiques couverts par le Programme des instituts d'études avancées et par le Programme des subventions de recherche.

6. Cet ensemble minimal comprend les éléments suivants : données sur l'identification du produit chimique ; données sur la production, l'utilisation et l'élimination ; précautions recommandées et mesures à prendre en cas d'urgence ; méthodes d'analyse ; données physiques et chimiques ; données sur la toxicité aiguë ; données sur la toxicité à dose répétée ; et données sur le pouvoir mutagène, sur l'écotoxicité et sur la dégradation et l'accumulation.

2. *Le Comité sur les défis de la société moderne*

C'est au Comité sur les défis de la société moderne (CDSM) qu'a été confiée la direction des efforts de l'OTAN pour renverser le processus de dégradation de la qualité de la vie. La création du CDSM a été proposée, lors de la réunion du 20^e anniversaire de l'OTAN à Washington en avril 1969, afin de donner à l'Alliance une nouvelle dimension « sociale ». Une étude approfondie de cette proposition était nécessaire car l'OTAN voulait éviter de reproduire ou de concurrencer les activités déjà entreprises dans le domaine de l'environnement par d'autres organisations internationales ou régionales. L'objectif du CDSM est d'aborder les problèmes pratiques déjà à l'étude au niveau national et, en réunissant les connaissances et les technologies disponibles dans plusieurs pays, d'arriver rapidement à des conclusions positives et à des recommandations pratiques profitables à tous.

Lors de la création du CDSM, le Conseil de l'Atlantique Nord décida que le Comité n'entreprendrait pas lui-même d'activités de recherche et qu'il travaillerait d'une manière entièrement décentralisée et sans former de bureaucratie au sein du Secrétariat international de l'OTAN. En conséquence, les activités du CDSM reposent sur trois concepts :

- i) le premier est la notion de pays pilote ;
- ii) le second veut que les efforts ne soient pas orientés vers la recherche à long terme ;
- iii) le troisième est que le CDSM travaille au grand jour.

Ainsi, au niveau des experts, les réunions du CDSM sont ouvertes aux observateurs de pays non membres et à d'autres organisations internationales. En outre, le résultat des études achevées est mis librement à la disposition de toutes institutions, tous gouvernements et toutes organisations internationales intéressés, le but étant de diffuser le plus largement possible les résultats des études pilotes de manière à en encourager l'application la plus générale.

Le choix des sujets à traiter par le CDSM dépend en grande partie des domaines d'intérêt des pays membres. Un pays décide de son propre chef de se porter volontaire pour commencer une étude. Cette décision est fondée sur différents facteurs, parmi lesquels se trouve le degré d'activité qui existe déjà dans ce domaine particulier dans d'autres pays membres, ce qui permet d'aborder les problèmes de façon pratique et positive : seuls participent les pays intéressés par un sujet et disposés à engager des moyens humains et matériels.

Dix-sept études pilotes étaient achevées à mi 1980 et seize sont en cours. Ces études couvrent un domaine très large d'activités liées à la protection de l'environnement et à l'amélioration de la qualité de la vie. L'énergie, sa production et sa consommation jouant un rôle important pour assurer la qualité et le niveau de vie de nos sociétés, plusieurs études furent consacrées notamment aux nouvelles sources et aux économies d'énergie.

D. LA COOPÉRATION SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE NORDIQUE

La coopération scientifique et technologique entre les pays nordiques s'est considérablement développée depuis la deuxième guerre mondiale. Son importance politique a été soulignée au plus haut niveau en 1978 lors d'une réunion des Premiers ministres nordiques où il a été déclaré que la coopération et la coordination entre pays nordiques tant en matière de recherche fondamentale que de

recherche appliquée devaient être élargies. Les plans qui doivent concrétiser cet objectif sont en cours de préparation. Les deux principaux vecteurs de la coopération sont le Conseil ministériel (les ministres de la Culture et de l'Éducation) et NORDFORSK.

NORDFORSK avait été créé dès 1947 en tant que lieu de discussions entre ce qu'on appelait alors les Conseils de recherche technique. Il a depuis étendu son rôle pour remplir maintenant une fonction de coordination, y compris l'initiative, le financement et l'exécution coordonnée de projets. Il existe un lien étroit entre NORDFORSK et le Fonds industriel nordique. Actuellement, NORDFORSK met plus l'accent sur des activités largement définies et orientées suivant les besoins du marché que sur des projets particuliers concernant tel ou tel secteur industriel. Toutefois, la plupart des activités sont de type action concertée. Il s'agit de projets financés par les différents pays, lancés au niveau national mais intégrés dans le cadre d'un programme d'ensemble. L'initiative de la coordination et de la planification de ces programmes appartient à NORDFORSK. En 1979, le coût total de ces programmes était de 48 millions de couronnes suédoises, dont seulement 6 millions venaient du budget propre de NORDFORSK. Les principaux programmes sont :

- TEODOR (1978-1981) - développement et applications de nouveaux moyens de télécommunication dans les petites et moyennes entreprises (3 millions de couronnes suédoises).
- SCRATCH (1978-1981) - développement de méthodes systématiques d'analyse de sécurité pour les systèmes de production industrielle et les usines (17 millions de couronnes suédoises).
- Méthodes écotoxicologiques (1979-1981) (11 millions de couronnes suédoises).
- Méthodes de mesure du bruit dans l'industrie (1978-1981) (3 millions de couronnes suédoises).
- Nordfisk (1978-1980) - processus intégrés de prise et de production de poisson dans l'Atlantique Nord (15 millions de couronnes suédoises).
- Deux grands projets d'information, SCANDOC (Centre nordique d'information aux Etats-Unis) qui avait débuté en 1960, et SCANNET (Réseau nordique de transmission de données) qui avait débuté en 1975, sont devenus en 1979 des fondations à financement autonome.

NORDFORSK est également engagé dans plusieurs activités d'information et de formation, par exemple pour aider des organismes de Recherche-Développement à mieux orienter leurs activités en fonction des besoins du marché. A l'heure actuelle, les membres de NORDFORSK sont les académies des sciences de l'ingénieur et les conseils de recherche technique des pays nordiques.

Pour la coopération scientifique générale, le cadre officiel est l'Accord culturel nordique. De cet accord procèdent des projets communs, certains ayant un caractère comparatif. Il existe un intérêt particulier pour le développement de la coopération entre pays nordiques en ce qui concerne l'information mutuelle sur les efforts de R-D, l'utilisation d'instruments scientifiques coûteux, ou la création d'enseignements de troisième cycle communs. La raison en est très souvent qu'un pays nordique est de trop petites dimensions pour pouvoir à lui seul satisfaire des besoins très spécialisés.

Plusieurs rapports sur la Recherche-Développement nordique ont traité de l'industrie. En 1976, le Fonds industriel nordique s'est vu confier par le Conseil des ministres des pays nordiques la responsabilité de la coopération en ce domaine. En 1978, le Fonds avait financé une trentaine de projets de R-D concernant principalement la production d'énergie (9 projets), la distribution et le stockage de l'énergie (6 projets) et l'utilisation de l'énergie dans l'industrie (12 projets).

III. LA COOPÉRATION TECHNOLOGIQUE

A. L'ÉNERGIE

1. *Le nucléaire*

Le secteur de l'énergie nucléaire a fait l'objet d'une importante coopération intergouvernementale. Notamment, l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE (qui est restée exclusivement européenne jusqu'en 1972) avait été créée en 1958 pour promouvoir le développement de la production et des utilisations de l'énergie nucléaire et, à cette fin, avait élaboré un vaste programme de nature essentiellement opérationnelle. A ses débuts, l'Agence a permis de lancer d'importantes entreprises conjointes :

- la Compagnie Eurochemic créée en 1957 par treize pays européens pour la construction et le fonctionnement d'une usine de retraitement des déchets ; c'était principalement une installation d'essai et de formation qui constituait un service commun aux pays participants ;
- le Projet d'un réacteur à eau bouillante Halden lancé en 1958 et toujours en opération ;
- le Projet de réacteur à haute température Dragon qui a fonctionné avec succès pendant 17 ans jusqu'à sa fin, en 1976.

Confrontée à des perspectives commerciales décevantes, Eurochemic a arrêté le fonctionnement de ses installations en 1974, le Royaume-Uni, l'Allemagne et la France ayant, en 1971, regroupé leurs capacités de retraitement pour mieux les adapter à la demande.

D'autre part, la Communauté européenne de l'énergie atomique (Euratom) a été créée en 1957 et a depuis développé un vaste programme commun de R-D tout en assumant un certain nombre de fonctions de production et de réglementation. De plus, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), qui fait partie de la famille des Nations Unies, sert un ensemble de pays membres à l'échelle mondiale et exerce donc une influence majeure sur le développement de l'énergie nucléaire civile. Outre ces programmes multilatéraux, il convient de mentionner la collaboration entre les Pays-Bas, l'Allemagne et le Royaume-Uni depuis la fin des années 60 pour le développement, la production et le fonctionnement de centrifugeuses pour l'enrichissement de l'uranium, et la coopération de l'Italie et de la France pour l'autre méthode d'enrichissement, à savoir la diffusion gazeuse.

Les gouvernements n'ont plus l'exclusivité des initiatives dans le domaine de l'énergie nucléaire. Des services publics et des firmes industrielles se sont elles aussi engagées dans des activités de coopération de grande envergure. Un exemple

significatif est la coopération entre laboratoires, entreprises et services publics, qui s'est développée dans le domaine des surrégénérateurs rapides refroidis par métal liquide (LMFBR). Belgo-nucléaire (Belgique), Interatoom (Allemagne) et Neratom (Pays-Bas) ont conclu en 1968 un accord de coopération industrielle ayant pour objet la réalisation d'un LMFBR, SNR-300, dont la commande a été décidée en 1972. Actuellement, l'organisme commun INB assure la construction du SNR-300 ; les participations respectives des trois partenaires y sont de 15 %, 70 % et 15 %.

L'intérêt porté par les services publics à coopérer pour le LMFBR remonte à 1968 et un accord conclu en décembre 1973 prévoit la réalisation de deux LMFBR de dimension industrielle, l'un en France (Superphénix), l'autre en Allemagne (SNR-2). Superphénix sera exploité par NERSA [à 51 % de participation de l'EDF (France), 33 % de l'ENEL (Italie) et 16 % de SBK] et SNR-2 par ESK (51 % de SBK, 33 % d'ENEL et 16 % d'EDF). Quant à SBK, entreprise associant les services publics RWE (Allemagne — 68.85 %), EN (Belgique — 14.75 %), SEP (Pays-Bas — 14.75 %) et CEGB (Royaume-Uni — 1.65 %), elle détient la propriété du SNR-300. En outre, l'entente NERSA-ESK s'étend maintenant à la compagnie SERENA, chargée de la rationalisation des activités de R-D et, par ailleurs, du développement des marchés. La collaboration ainsi instituée s'exerce au niveau financier comme au niveau technique. La direction de NERSA, par exemple, assurée conjointement par un Français, un Italien et un Allemand, veille, dans la mesure du possible, à répartir les contrats proportionnellement aux pourcentages de participation ; ainsi, les partenaires en présence soulignent-ils le « caractère parfaitement exemplaire de cette entreprise de coopération internationale ».

Hormis les grandes ententes conclues entre services publics, des accords ont été passés entre les organismes de recherche respectifs, le CEA (France), le CNEN (Italie — qui apporte ainsi l'expérience du PEC, réacteur expérimental italien à neutrons rapides) et GFK-Interatoom, d'une part, et entre certaines entreprises industrielles, Novatome (France), Nira (Italie) et INB, d'autre part. Ces diverses initiatives « contribuent », a-t-on dit, « à instituer une coopération étroite grâce à laquelle des organismes de recherche et des firmes industrielles de cinq pays peuvent accéder à une somme considérable de connaissances »⁷.

Les services publics européens se retrouvent également au sein d'Euro HKG, organisme fondé en 1970 afin d'étudier diverses conceptions novatrices de réacteurs à haute température. Des firmes de sept pays européens participent depuis 1969 à la « Gas Breeder Reactor Association » ; elles ont été rejointes ultérieurement par des entreprises américaines et japonaises. Par ailleurs, près de 80 services publics européens et américains ont pu fonder en 1976 l'organisme « Helium Breeder Associates », grâce aux discussions amorcées par les Communautés européennes avec l'UNICE et l'UNIPEDE et la contribution de l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE jusqu'à la fin de 1980 pour le développement coordonné du concept de surrégénérateur à gaz.

2. Les énergies non nucléaires

L'Agence internationale de l'énergie a été fondée au sein de l'OCDE en 1974. Le Conseil de direction a adopté dès 1975 des Principes directeurs pour la coopération dans le domaine de la Recherche et du Développement en matière d'énergie. Depuis lors, un nombre considérable de projets en coopération ont été

7. M. Banal, F. Favera et A.W. Eitz, « Organisation of an International Project », *Nuclear Engineering International*, juin 1978, p. 44.

mis en œuvre, auxquels prennent part les vingt pays participants de l'Agence⁸. Ces projets portent notamment sur les techniques visant à économiser l'énergie (par exemple, systèmes de chauffage collectif et résidentiel, utilisation des systèmes de pompes à chaleur, procédés de combustion, utilisation en cascade de l'énergie, pompes à chaleur, fabrication du ciment, stockage thermique à grande échelle, matériaux plus performants pour les moteurs automobiles), sur diverses technologies du charbon (entre autres, combustion en lit fluidisé), sur l'énergie géothermique, sur le chauffage et la climatisation à l'aide de l'énergie solaire, sur l'énergie éolienne, sur la fusion thermonucléaire, sur la production de l'hydrogène à partir de l'eau et sur une meilleure récupération du pétrole. Les accords de mise en œuvre de ces projets prévoient que les parties contractantes sont des gouvernements des pays de l'AIE, ou des gouvernements d'autres pays sur invitation du Conseil directeur de l'Agence, ou des organisations internationales, ou encore des organismes ou firmes désignés par leurs gouvernements. Ainsi l'accord contractuel standard confère à un responsable de projet des attributions déterminées et institue un comité exécutif chargé de diriger le projet et de faire face aux diverses questions juridiques, administratives et financières susceptibles de se poser.

Aux termes du principe de base de l'Agence, les projets doivent naître des propositions de groupes de travail internationaux. Pour sa part, le Secrétariat de l'AIE a lui-même suggéré certaines idées et s'efforce, en outre, de sélectionner les propositions reçues. Par ailleurs, il est possible de rejoindre des projets de l'AIE déjà en cours, et les pays participants ne sont pas nécessairement membres de l'AIE. Les participants sont tenus de respecter leurs engagements. L'idée de réduire les dépenses par le biais de la coopération au sein de l'AIE gagne du terrain mais les projets considérés ne concernent pas encore de programmes énergétiques de grande envergure — hormis le projet récent de liquéfaction du charbon SRC-II élaboré par GULF, dont le coût prévu est de 700 millions de dollars et auquel participent l'Allemagne, les Etats-Unis et le Japon.

L'une des premières initiatives de l'AIE a consisté à lancer, par l'entremise de son comité de R-D, une étude visant à fixer une stratégie de R-D envisageable sur le plan international. Par la suite, le premier rapport préliminaire (1977) a défini provisoirement un ensemble de motivations ou d'objectifs internationaux pour les efforts de coopération de grande envergure, classés selon un ordre de priorité suggéré en fonction de l'objectif d'une réduction de la demande de pétrole et de gaz naturel vers l'an 2000. Cette étude traitait de dix-huit catégories de technologies et concernait treize pays, sans toutefois présenter un caractère exhaustif.

L'AIE est devenu le principal pôle de la coopération scientifique et technologique pour les énergies autres que nucléaire, mais d'autres développements méritent d'être cités. Ainsi le développement des technologies d'exploration et d'exploitation du pétrole en mer est le fruit d'une coopération soutenue entre de nombreuses firmes industrielles tant américaines qu'européennes. Dans un autre domaine on peut aussi citer l'accord de coopération signé en 1974 entre Shell et Krupp-Kopp pour la gazéification à haute pression du charbon, ou l'association des groupes japonais Mitsubishi, Sumimoto et Mitsui à Exxon en 1976 pour un projet de R-D sur la liquéfaction du charbon. On peut enfin rappeler que l'Electricity Council du Royaume-Uni, l'EDF de France et la Compagnie RWE d'Allemagne travaillent actuellement de concert à promouvoir le perfectionnement du véhicule électrique par des activités de recherche, de développement et de démonstration menées conjointement pour certaines et séparément pour d'autres.

8. Voir Appendice 2.

B. L'AÉRONAUTIQUE CIVILE

Avant de passer en revue les divers aspects de la coopération scientifique et technologique dans ce secteur, il convient de rappeler que l'aéronautique militaire est autant, sinon plus, un secteur privilégié de coopération internationale et que ses retombées sur l'aéronautique civile sont loin d'être négligeables. Toutefois, en raison de la spécificité des problèmes de défense et du poids particulier qu'y ont les considérations politiques, ce secteur n'est pas traité dans le présent rapport.

Par ailleurs, comme le montrent les paragraphes qui suivent, la coopération porte surtout sur le développement d'avions ou de moteurs particuliers et beaucoup moins sur l'infrastructure scientifique et technique. Il n'en est que plus intéressant de noter que l'Allemagne, la France, les Pays-Bas et le Royaume-Uni étudient en commun la construction d'une soufflerie transsonique à coefficient de Reynolds élevé.

1. Cellules d'avion

En ce domaine, Airbus Industrie constitue certainement l'entreprise menée en collaboration la plus significative : il s'agit d'un groupement d'intérêt économique fondé en 1970 pour concevoir, réaliser et commercialiser l'avion A300, court-moyen courrier bimoteur, à fuselage large. Les firmes ainsi associées ont bénéficié de prêts accordés par leurs gouvernements respectifs (France, Allemagne, Pays-Bas, Espagne), à l'exception de Hawker Siddeley (Royaume-Uni), suite à la décision du gouvernement britannique de se retirer du projet au début de 1969. La rentrée du Royaume-Uni en 1979 a conduit à la répartition actuelle des participations : Aérospatiale (France) 37.9 %, Deutsche Airbus (Allemagne) 37.9 % (MBB 65 %, VFW 35 %), British Aerospace 20 %, Casa (Espagne) 4.2 %, Belairbus (Belgique) et Fokker-VFW (Pays-Bas) étant également associées (uniquement dans le cadre du projet A310, pour Belairbus). Différentes versions du modèle initial ont été ultérieurement mises au point ou proposées dont, en particulier, l'avion A310 à fuselage court réalisé en 1978. Doté à l'origine du moteur CF6 de General Electric monté sous licence par la SNECMA (France), le modèle A300 peut maintenant recevoir, soit le JT9 de Pratt et Whitney, soit le RB211 de Rolls Royce. Les commandes fermes et les options d'achat se montent maintenant à plus de 400, malgré la concurrence, toujours intense, des trois entreprises rivales américaines.

Aérospatiale, British Aerospace, MBB et VFW-Fokker ont également signé un protocole d'accord en 1978, pour la mise au point, la fabrication et la vente d'un nouvel avion civil court-moyen courrier. Cet accord a été suivi de plusieurs propositions : d'une part, deux variantes d'un projet européen d'avion de transport (JET), dont les capacités se situeraient respectivement au niveau de 130 et 140 sièges, d'autre part, d'un avion de capacité plus importante, le JET3. Bien qu'il ait toujours été convenu de laisser à Airbus Industrie la responsabilité du JET, le succès commercial de l'A300 et de ses variantes semble avoir relégué cet autre projet dans l'ombre. Toute décision quant à un quelconque avion à couloir central d'Airbus-Industrie ne sera certainement prise qu'après celles concernant un avion de transport quadrimoteur, à deux couloirs et à très long rayon d'action.

La Compagnie Boeing, en dépit des efforts acharnés qu'elle a déployés en Europe, n'a finalement trouvé aucun partenaire prêt à partager les risques liés à la mise au point de son nouvel avion bimoteur court-moyen courrier 757, malgré la participation de Shorts (Royaume-Uni) et de Casa (Espagne) à titre de sous-traitants d'une part, et de Rolls Royce, d'autre part, pour le moteur

RB211-535 de la version standard initiale du 757. Par contre, le Boeing 767 moyen courrier à fuselage large fait l'objet d'un accord de partage des risques avec le CTDC du Japon (Groupement pour le développement de l'aviation civile de transport, associant Mitsubishi, Kawasaki et Fuji) et Aeritalia ; McDonnell Douglas semble devoir différer encore quelque temps toute décision concernant son avion moyen-courrier à technologie avancée, pour lequel, à l'instar de Boeing, il avait cherché à conclure des accords de participation avec des partenaires européens.

McDonnell Douglas s'est également associé à Aérospatiale et à British Aerospace pour l'étude d'un avion de transport supersonique de type avancé : toutefois, il n'est jamais apparu vraisemblable que cette initiative puisse bénéficier d'une aide gouvernementale quelconque. Entre-temps, le programme de fabrication du Concorde a été interrompu et la date du bilan financier définitif, à établir entre la Grande-Bretagne et la France à l'égard de ce programme lancé en 1962, a été fixée à 1993. La construction du fuselage du Concorde avait constitué une réalisation mixte Aérospatiale-British Aerospace sur deux lignes de montage, poursuivie sous la direction d'Aérospatiale. Cet avion est doté d'un moteur Olympus Rolls Royce-Snecma, conçu sous la direction de Rolls Royce. Contrairement aux espoirs nourris initialement, les seules compagnies à se porter acquéreur furent British Airways et Air France, lesquelles durent elles-mêmes recevoir des subventions à cet effet.

Fokker (Pays-Bas) avait cherché à s'associer à Lockheed ou à Boeing en vue de la réalisation de son projet de F29, tout en ayant, par ailleurs, transmis une offre à l'industrie japonaise, par l'entremise du ministère de l'Industrie et du Commerce international. Comme Airbus Industrie avait également tenté d'intéresser le Japon à la réalisation d'un nouvel avion à fuselage étroit, une solution envisagée a été d'associer Airbus Industrie et Fokker dans le cadre d'un projet d'avion JET/F29 muni d'une voilure japonaise ; les Japonais eux-mêmes s'étaient en effet efforcés de trouver des partenaires européens intéressés à leur propre projet, baptisé YXX. Il convient en outre de noter que les avions F27 et F28, actuellement construits par Fokker, font l'objet l'un et l'autre d'un nombre important de contrats de sous-traitance, le premier avec Dassault-Breguet, VFW et Sabca, le second avec Shorts, VFW et MBB ; tous deux sont équipés de moteurs Rolls Royce. Fokker s'est également préoccupé de trouver des partenaires pour construire un avion de ligne à turbopropulseur de type avancé.

2. Hélicoptères

Le Royaume-Uni et la France ont conclu en 1967-1968 un accord pour réaliser un ensemble de trois hélicoptères, le Puma de moyen tonnage, le Gazelle, léger, et le Lynx, appareil polyvalent de moyen tonnage. Aérospatiale s'est vu confier la direction technique de la mise au point des deux premiers — le Puma avait déjà volé et le Gazelle se trouvait à un stade avancé de réalisation — et Westland celle relative au troisième. En fait, le souci d'une division équitable des travaux a conduit à adopter pour le troisième projet une répartition différente (à présent, Royaume-Uni 70 % et France 30 %). Dans le cas du Super Puma, Westland n'assure en effet que des travaux de sous-traitance.

En 1977, MBB et Kawasaki ont signé un accord pour la réalisation en coopération de l'hélicoptère polyvalent BK117 à 8/10 sièges, muni de moteurs Avco Lycoming LTS101. Les gouvernements français et allemand se sont entendus en 1979 pour mener conjointement la phase de définition du projet d'hélicoptère anti-char HAC/PAH2, sous la direction de l'Allemagne. Aérospatiale et MBB construiront le fuselage, Turboméca et MTU le moteur MTU380. Mentionnons

enfin l'éventualité d'une association de l'Aérospatiale au consortium anglo-italien (Westland-Augusta) chargé du projet d'hélicoptère WG34-EH101 destiné à remplacer le Sea King.

3. Moteurs d'avion

General Electric (Etats-Unis) et SNECMA (France) sont convenus en 1971 de réaliser en commun un moteur de dix tonnes. A cette fin elles ont créé en 1974 CFM International (CFMI). Les actions de CFMI sont réparties à égalité (50/50), mais l'accord SNECMA/General Electric ne prévoit pas de partage des bénéfices ; chacune des deux firmes assure, tout au long du projet, le financement des activités d'étude, de réalisation et de fabrication que lui assigne la CFMI, en vertu d'un « concept de coopération internationale jamais expérimenté dans le domaine de l'aéronautique »⁹. Le moteur réalisé dans le cadre de cette initiative a été baptisé CFM56. Tandis que General Electric demeure responsable de l'étage central, FN (Belgique) s'est associé à SNECMA pour la partie des travaux assignée à cette dernière. On espère à présent trouver pour le moteur un marché de plus de 500 unités, grâce notamment aux remplacements à effectuer sur les DC8 et sur les 707. SNECMA fabrique également 27 % des moteurs CF6 du A300, activité partagée avec MTU (Allemagne) 10 % et General Electric pour le restant.

Turbo-Union a été créé en 1969 en vue de la mise au point et de la fabrication du RB199, moteur choisi par PANA VIA pour l'avion de combat polyvalent Tornado. Les actions de Turbo-Union sont réparties à raison de 40 % pour Rolls Royce, 40 % pour MTU, et 20 % pour les autres actionnaires (Fiat, Alfa Romeo et Motoravia Sud) ; par ailleurs les travaux sont assignés en fonction du nombre d'appareils achetés par chacun des Etats concernés. Le RB199-62R devrait représenter une alternative au SNECMA M88 dans le choix du moteur du nouvel avion de combat européen.

Rolls Royce et SNECMA se sont associés en vue de la mise au point et de la fabrication de l'Olympus 593 destiné au Concorde (60/40). A la faveur du redémarrage de la production du Transall, le consortium associant initialement ces deux firmes à MTU et à FN a repris ses activités afin de fournir le moteur type prévu pour cet appareil.

Le rapprochement Rolls Royce-Turboméca remonte à 1966 ; il avait pour objet la conception, la réalisation et la fabrication de la turbosoufflante Adour destinée à l'avion Jaguar. Ce moteur équipe également l'avion d'entraînement britannique Hawk à technologie avancée ; fabriqué au Japon sous licence par Ishakawajima-Narima, il est utilisé sur le T2 de Mitsubishi, appareil bimoteur d'entraînement constituant le premier avion supersonique japonais, ainsi que maintenant sur le F1, avion de combat dérivé du T2. Rolls Royce et Turboméca se sont également associés pour réaliser et fabriquer l'Astazou 111N, version définitive du moteur de l'hélicoptère Puma. Enfin, ces deux firmes travaillent conjointement au moteur RTM321.

Le Groupement Turboméca-Snecma a été formé en 1969 afin de servir d'organisme d'encadrement au projet de turbosoufflante Larzac, choisie en 1972 pour l'Alpha Jet. Les firmes allemandes MTU et KHD s'y sont associées ultérieurement de façon à partager les travaux à raison de 56.5 % pour la France et 43.5 % pour l'Allemagne. Puis, une fois l'Alpha Jet adopté par la Belgique, FN a rejoint également le consortium Larzac. Les ventes doivent, espère-t-on, se monter à plus de 1 200 unités.

9. JANE's All the World's Aircraft (1978/1979), p. 693.

Citons parmi d'autres ententes intéressantes concernant la réalisation en commun de moteurs :

- i) l'association paritaire temporaire, annoncée en 1975 entre Rolls Royce, Mitsubishi, Kawasaki et Ishikawajima-Narima, en vue de la réalisation du moteur RB432 (ultérieurement RJ500) — doté d'un budget de 250 à 300 millions de livres et destiné probablement, entre autres, à équiper le Fokker F29 ;
- ii) l'entente de coopération Garrett-Volvo-Flygmotor annoncée en 1978 et visant à réaliser une version modifiée de la turbosoufflante TFE731 ;
- iii) l'accord Turboméca-MTU pour la mise au point du moteur MLTM380 destiné à l'hélicoptère antichar PAH2 ;
- iv) l'association Rolls Royce-Alfa Romeo, conclue en 1973 pour réaliser en commun le turbopropulseur d'aviation polyvalent RB318, projet où la participation initiale de Rolls Royce (50 %) se trouve maintenant réduite à 20 % ;
- v) l'entente Rolls Royce-Allison contractée en 1958, à l'origine en particulier du TF41, version dérivée du Spey, choisie depuis 1966 pour le LTVA-I Corsair de l'armée de l'air américaine et dont plus de 1 400 unités ont été fournies.

C. L'ESPACE

1. *L'Agence spatiale européenne*

L'Agence spatiale européenne est née en 1975¹⁰ des cendres des organismes spatiaux apparus antérieurement en Europe : l'Organisation européenne pour la mise au point et le lancement d'engins spatiaux (CECLES), l'Organisation européenne de recherches spatiales (CERS). La CECLES et la CERS, censées initialement connaître un succès comparable à celui du CERN dans le domaine de la physique des particules à haute énergie, avaient d'emblée souffert de graves carences structurelles, quoique très différentes dans l'un et l'autre cas. L'Agence spatiale européenne a donc été dotée d'une structure administrative plus décentralisée et plus souple. Le budget de fonctionnement initial a été consacré pour quatre cinquièmes à des programmes à participation facultative — télécommunications, observation météorologique et terrestre, fusée de lancement Ariane et laboratoire spatial sur navette américaine — et pour seulement un cinquième à des programmes à participation obligatoire (activités de R-D fondamentale et appliquée, satellites scientifiques et études de définition des programmes futurs). Le financement de ces derniers s'effectue proportionnellement au PNB des pays participants. En 1980, le budget prévoyait 179.6 millions d'unités de compte pour les programmes obligatoires¹¹ et 450 pour les autres (dont 125.3 pour les télécommunications et 288.3 pour les véhicules spatiaux, c'est-à-dire Spacelab et Ariane).

De fait, l'Agence spatiale européenne poursuit des objectifs tant techniques et scientifiques que politiques, par ses activités obligatoires dans le premier cas et par ses activités facultatives dans le second ; ses dispositions prévoient la prise de nombreuses décisions par vote à la majorité simple, parfois cependant à l'unanimité ou même à la majorité des deux tiers, mais sous réserve du versement des contributions respectives. Ces questions de procédure de vote ont suscité

10. La Convention créant l'Agence n'a été ratifiée par tous les pays qu'en 1980.

11. Y compris le budget général et le budget scientifique.

des difficultés considérables et des tensions très vives. En matière de planification de programmes scientifiques, des engagements financiers à trois ans ne sauraient être qualifiés de magnanimes : or de tels engagements peuvent s'avérer fort malaisés à obtenir des gouvernements. La politique suivie par l'Agence spatiale européenne a consisté à confier aussi souvent que possible des contrats de sous-traitance à l'industrie et à toujours savoir parfaitement à qui destiner le résultat des travaux entrepris. Elle a hérité d'une règle implicite selon laquelle elle doit dans ses contrats accorder une importance prépondérante aux coûts, à la qualité technique et aux profits retirés par les participants ; elle en est toutefois venue rapidement à prendre conscience du potentiel technique excédentaire présent en Europe et donc de l'opportunité de promouvoir la concentration des compétences, c'est-à-dire d'avoir une politique industrielle.

L'Agence spatiale européenne regroupe à présent onze pays participants, soit l'Allemagne, la Belgique, le Danemark, l'Espagne, la France, l'Irlande, l'Italie, les Pays-Bas, le Royaume-Uni, la Suède et la Suisse¹². La France fournit presque un tiers du budget, l'Allemagne environ un quart, la part du Royaume-Uni et de l'Italie se limitant dans l'un et l'autre cas à près de 10 %. Les pays apportant les contributions financières les plus importantes ont assumé la direction de certains projets du programme de l'Agence : la France, pour la fusée de lancement à trois étages Ariane, l'Allemagne pour le Spacelab, seule charge avec équipage prévue pour la navette spatiale de la NASA ; le Royaume-Uni, pour les satellites de télécommunication. Néanmoins, des entreprises de tous les pays participants sont associées à chacun de ces projets.

La réussite du premier vol d'Ariane en 1979, les retards apparus dans la réalisation de la navette spatiale et le coût élevé des lancements effectués à l'aide de lanceurs américains non récupérables, ont conduit différents organismes — dont Intelsat — à contacter l'Agence spatiale européenne pour l'utilisation de la fusée Ariane. Aussi a-t-il été convenu en 1979 de créer un nouvel organisme pour l'exploitation industrielle et commerciale de ce lanceur : Arianespace, à participation française de 59.25 % et allemande, de 19.6 %. En outre des versions améliorées, Ariane 3, 4 et 5 ont été étudiées.

A la même époque, les dépenses engagées pour la réalisation de Spacelab avaient dépassé de 40 % celles prévues au budget fixé en 1973 (une fois corrigée l'incidence de l'inflation). Il a donc fallu s'entendre sur une nouvelle formule d'imputation des dépenses supplémentaires pour un dépassement compris entre 120 % et 140 %, la formule initialement adoptée demeurant en vigueur en deçà de 120 %. Aux termes de cet accord, l'Allemagne assure 53.3 % du financement en cas de dépassement inférieur à 20 % et 64.4 % au-delà. ERNO en est maître d'œuvre principal, tandis qu'Aeritalia a la responsabilité de réaliser la cabine à pression rétablie et British Aerospace Dynamics les palettes expérimentales.

A la suite de la décision de l'Allemagne et de la France de construire ensemble TV-SAT en dehors du cadre de l'Agence spatiale européenne, d'autres Etats membres de l'Agence ont convenu de participer au L-SAT qui doit être construit par un consortium dirigé par British Aerospace Dynamics et comprenant aussi entre autres Selenia et Telespazio (Italie), Marconi (Royaume-Uni), BTM (Belgique), Philips et Fokker (Pays-Bas), et Contraves (Suisse). Ce satellite est destiné à la télédiffusion, aux télécommunications commerciales ainsi qu'à des expériences de propagation des ondes.

12. L'Autriche est Etat associé ; le Canada et la Norvège sont associés à certains programmes.

2. Consortiums spatiaux

Différents consortiums ou filiales communes ont été constitués en vue de mener à bien certaines tâches relevant de la recherche spatiale :

- i) *MESH* (1966), consortium dirigé par British Aerospace Dynamics et auquel participent également ERNO, Aeritalia, Fokker-VFW (Pays-Bas), INTA (Espagne), MATRA (France), et Saab-Scania (Suède). *MESH* a été chargé de réaliser le satellite orbital expérimental (OTS), lancé avec succès en 1979 par une fusée Delta. La responsabilité du projet OTS incombait conjointement à l'Agence spatiale européenne et à Iterim Eutelsat, organisme comparable à Intelsat et permettant d'associer simultanément les dix-sept pays membres de la Conférence européenne des postes et télécommunications (CEPT). OTS a succédé aux satellites franco-allemand *Symphonie* et italien *Sirio* (lancé en 1977), et est lui-même suivi de plusieurs projets de satellites européens de télécommunication (ECS) appelés à acheminer une grande partie du trafic des réseaux européens de télédiffusion et de communication par télex ou par téléphone : il existe également une version pour les télécommunications maritimes, *MARECS*.
- ii) *COSMOS*, consortium dirigé par British Aircraft Corporation et auquel participaient également ETCA (Belgique), MBB (Allemagne), Selenia (Italie) et Aérospatiale (France) ; sous l'égide de l'Agence spatiale européenne, ce consortium a réalisé le satellite scientifique *COSB*. En 1970, avec le retrait de British Aircraft Corporation, *COSMOS* est devenu *CESAR* dirigé maintenant par la division spatiale d'Aérospatiale. Son rôle a consisté principalement à réaliser le satellite météorologique *Météosat* de l'Agence spatiale européenne, lancé sur fusée Delta en 1977.
- iii) *CIFAS* (1968), créé afin de mettre au point le satellite *Symphonie*, est un consortium dirigé par la division spatiale d'Aérospatiale auquel participent aussi MBB, Thomson-CSF et SAT (France), et Siemens et AEG-Telefunken (Allemagne). *Symphonie*, issu d'une initiative inter-gouvernementale, a été lancé sur la fusée Delta en 1974.
- iv) *STAR*, créé en 1970, associe différentes entreprises : deux françaises, deux italiennes, une suisse, une allemande, une anglaise, une suédoise et une espagnole. (Depuis sa création plusieurs entreprises ont rejoint, puis quitté le consortium.) L'une d'entre elles, Dornier, a été maître d'œuvre de la réalisation du projet NASA/ESA de satellite international d'exploration terrestre et solaire (*ISEE-B*) lancé sur fusée Delta en 1977. Par ailleurs, British Aerospace Dynamics a joué ce même rôle dans le cadre du projet de premier satellite scientifique géostationnaire européen, *GEOS*, lancé sur fusée Delta en 1977 (mais seulement sur une orbite de 12 000 km), puis *GEOS 2*.

On peut mentionner en outre que Matra comme maître d'œuvre est associé à SAAB pour le projet français *SPOT* de recherche sur les ressources de la terre. British Aerospace Dynamics est maître d'œuvre pour les projets de satellites *L-SAT*, *ECS* et *MARECS*, ainsi que pour le satellite de l'ESA récemment approuvé, *GIOTTO*, qui doit s'approcher de la Comète de Haley. MBB a assuré la maîtrise d'œuvre d'*Helios*, sonde solaire réalisée bilatéralement par l'Allemagne et la NASA (Etats-Unis) et est chargé du satellite scientifique d'études des rayons X de l'ESA, *EXOSAT*. Enfin CNA (Italie) est maître d'œuvre du satellite *SIRIO-2*.

*
* *

Les trois secteurs qui viennent d'être passés en revue, énergie, aéronautique et espace, constituent des cas privilégiés de développement de la coopération internationale plutôt que des exemples représentatifs. Les coûts, non seulement de la Recherche-Développement, mais aussi du passage au stade de la production industrielle, y sont en effet exceptionnellement élevés, et l'étroitesse relative des marchés en termes d'unités produites constitue un autre facteur qui rend la coopération internationale pratiquement inévitable. Bien qu'un examen systématique des autres secteurs industriels n'ait pas été effectué, on peut affirmer avec une certitude raisonnable que la coopération internationale y est nettement moins développée. Il se pourrait toutefois que les conditions économiques actuelles et en particulier l'intensité accrue de la concurrence obligent progressivement à des regroupements dans des secteurs où la collaboration n'est encore que l'exception. Tel pourrait être par exemple le cas de l'automobile pour lequel on peut citer la réalisation commune par Renault, Peugeot et Volvo du moteur V6 équipant la Volvo 260, la Peugeot 604 et la Renault 30. Tel pourrait aussi être le cas de l'industrie minière pour l'exploitation des ressources des fonds marins.

IV. QUELQUES ENSEIGNEMENTS DE LA COOPÉRATION

Si la science est un langage qui ignore les frontières, la recherche est financée dans un cadre national, elle est faite par des hommes et des équipes en compétition les uns avec les autres, et ses résultats sont utilisés par des Etats et des entreprises dont les relations mutuelles ont la concurrence pour première règle du jeu. La coopération scientifique et technologique internationale n'est donc pas un phénomène spontané ; elle résulte d'une double démarche de politique scientifique et technologique et de politique étrangère. Selon les cas, le rôle moteur reviendra à l'un ou l'autre aspect, mais le projet de coopération le plus justifié sur le plan scientifique ou technologique ne verra jamais le jour si des considérations de politique étrangère s'y opposent, et inversement une collaboration issue d'objectifs de seule politique étrangère sera un échec si elle n'obéit pas à la logique propre à l'activité scientifique et technologique.

Les considérations de politique scientifique et technologique sont le plus souvent dominantes dans les raisons qui conduisent les pays de l'OCDE à coopérer. Parmi ces raisons, on peut trouver la nature intrinsèquement internationale d'un domaine de recherche (par exemple, la météorologie) ou d'un problème (pollutions transfrontières, ou réglementation relative à des produits faisant l'objet d'un grand volume d'échanges internationaux). La raison la plus fréquente est toutefois que seule la coopération permet de dépasser le seuil de ressources humaines, financières et intellectuelles nécessaires, soit pour faire avancer la connaissance dans une discipline scientifique (par exemple, la physique des hautes énergies ou l'astronomie), soit pour s'attaquer à un problème d'intérêt commun (par exemple, la fusion thermonucléaire), ou encore pour développer, produire et commercialiser un produit à forte intensité technologique (par exemple, un avion).

Il existe toutefois aussi des exemples de coopération dont le développement est dans une grande mesure stimulé par des considérations politiques. En particulier, la coopération qui s'est développée progressivement entre les Etats membres des Communautés européennes est intimement liée au projet politique que constitue la « construction européenne ».

Face à ces raisons de coopérer, l'expérience montre que les difficultés ne manquent pas. Certaines de ces difficultés ne sont d'ailleurs pas l'apanage exclusif des activités menées conjointement par plusieurs pays. Des programmes nationaux peuvent tout aussi bien les rencontrer. Peut-être sont-elles tout simplement plus visibles, ou du moins l'opinion publique y est-elle plus sensibilisée. Ce qui passera, sur le plan national, pour erreur d'orientation, de gestion ou de prévision, apparaîtra parfois sur le plan international comme la conséquence de vues divergentes

entre les partenaires quant aux objectifs, aux programmes, au partage des risques et des bénéfices. D'un autre côté, il semble important de noter que les difficultés d'ordre politique peuvent parfois aussi bien servir d'alibi à des erreurs d'ordre technique, industriel ou commercial.

La coopération comporte néanmoins des « coûts » qui lui sont propres : les difficultés inhérentes à l'interaction de bureaucraties disparates ; les délais souvent rencontrés pour obtenir des décisions communes de systèmes politiques et légaux différents ; la complexité des processus de décision, des priorités et des compétences qui diffèrent de pays à pays ; le coût total plus élevé (non pas le coût pour chaque participant) des efforts internationaux ; les menaces d'inertie ou de pause qui font qu'il est difficile de lancer un projet et souvent plus difficile encore d'y mettre fin ; la possibilité d'une ponction continue des budgets nationaux de Recherche-Développement en raison des engagements internationaux ; et la tendance occasionnelle à prendre en considération sur le plan international des projets de moindre priorité, qui ne revêtent pas d'importance substantielle à l'intérieur des pays.

Ces difficultés ne peuvent pas être éludées, mais le succès évident de nombreux projets et les développements de la coopération dont on a esquissé les grandes lignes dans les chapitres qui précèdent suffisent à démontrer que les obstacles peuvent être surmontés.

L'enseignement le plus important de l'expérience passée de la coopération est sans doute la nécessité d'une attitude pragmatique : il n'existe ni recette magique universellement applicable ni « check-list » de critères permettant de trouver automatiquement la solution appropriée à toutes les configurations possibles. Chaque cas est un cas particulier qui doit trouver une réponse particulière, et si les précédents peuvent être utiles, il est encore plus important de savoir innover.

Un second enseignement, qui concerne plus particulièrement la coopération intergouvernementale, est la nécessité d'une certaine continuité au cours des années dans les politiques envers la coopération. Une possibilité de coopération n'est pas examinée dans l'abstrait, elle est discutée par les représentants d'administrations dont l'expérience passée qu'ils ont de leurs interlocuteurs constitue un facteur déterminant dans la position qu'ils prendront. A cet égard, le fait d'avoir déjà réussi à mettre en œuvre des activités communes constitue sans aucun doute un avantage de départ non négligeable.

Au-delà de ces deux considérations inspirées par l'examen des développements de la coopération au cours des dix dernières années, on peut dégager un certain nombre de facteurs qui influent sur le succès des activités de coopération. Certains sont de caractère général, et jouent quel que soit le type d'activité, d'autres sont plus spécifiques à la coopération scientifique ou à la coopération technologique.

A. FACTEURS D'ORDRE GÉNÉRAL

Contexte politique

Il est essentiel, quand on s'engage dans un effort de coopération intergouvernementale, de partir d'une prise de conscience des implications politiques : cette vision, qui permet de définir une stratégie et des programmes conformes aux intérêts des partenaires, devra être d'autant plus précise et solide que l'objet de la recherche en coopération se déplace de la science pure à la recherche

appliquée et que la dimension des sujets en cause augmente. Inversement, il importe de réduire au minimum les compromis politiques qui pourraient nuire à la valeur scientifique et technique d'une entreprise commune.

Homogénéité des partenaires

Il est important que les partenaires d'une action ou d'une entreprise gérée en commun ne connaissent pas de disparités trop prononcées dans leur développement scientifique et technique. A cela s'ajoute, pour les actions visant directement le développement technologique, la nécessité pour les partenaires de se situer à un niveau de développement économique comparable. Il ne s'agit pas là de viser l'identité des participants ; au contraire, la complémentarité des apports des divers participants est souvent ce qui les conduit à s'associer. De grandes firmes ou de grands pays peuvent en ce sens fort bien coopérer avec des firmes ou des pays de moindres dimensions à condition que soient clairement connus et acceptés les rôles et les attentes respectifs de chaque partenaire.

Clarté des objectifs

Les objectifs de l'action à mener en coopération doivent être clairement définis dès le départ. Cette définition des objectifs résulte naturellement des caractéristiques de libre communication propres à la science dans le cas de simples échanges de chercheurs ; elle doit être d'autant plus rigoureusement établie que l'objet de la coopération se déplace vers la technologie et que le volume des investissements s'accroît.

Outre leur précision, les objectifs visés doivent être assez ambitieux : cette condition s'applique tout particulièrement à la science lourde (fondamentale ou appliquée) et à la grande technologie, si l'on veut attirer les meilleurs chercheurs, mobiliser les milieux politiques et l'opinion publique en faveur de projets dont l'intérêt et la légitimité sont précisément de n'être pas réalisables (ou conçus comme réalisables) sur une base nationale.

Cadre d'élaboration

Il est nécessaire de percevoir l'importance d'un cadre général de contact et de discussion pour la conception, la définition et le démarrage d'une entreprise de recherche commune. Sans ce cadre, les débuts de toute coopération deviennent beaucoup plus aléatoires et, surtout, ils sont soumis à des pressions scientifiques ou politiques divergentes. Ce cadre suppose des études menées conjointement par les organes politiques de décisions et les représentants des milieux scientifiques intéressés.

Cadre institutionnel

La définition de ce cadre (qui peut aller de la coopération entre laboratoires nationaux à la création d'un laboratoire international) exige un examen approfondi du coût et des avantages des diverses solutions possibles sur le plan économique et scientifique, compte tenu des possibilités et des besoins à long terme des différents pays partenaires.

Le cadre de la coopération scientifique peut être différent suivant qu'il s'agit de simples échanges, d'un programme de recherche en commun partagé entre équipes nationales, de recherches (intéressant souvent la science lourde) menées dans un laboratoire commun. Dans ce dernier cas, on peut avantageusement greffer le laboratoire sur une infrastructure préexistante, ce qui évitera les délais et les frais d'une implantation entièrement nouvelle.

Structures

Comme les solutions les plus souples sont souvent les meilleures, tout mécanisme susceptible de permettre la coopération directe entre institutions nationales de recherche (et dotées de mécanismes de prise de décision et de financement favorisant l'exécution efficace des programmes) doit normalement être préféré à la création d'une nouvelle institution internationale. On a donc souvent avantage à séparer la fonction de programmation et de planification de celle d'exécution en encourageant la passation de contrats de recherche avec des laboratoires, des entreprises ou des universités nationaux, sans recourir nécessairement à la création d'une nouvelle institution internationale.

Quelle que soit la solution institutionnelle adoptée, il est essentiel que les organes communs de décision disposent du maximum d'initiative et soient en mesure d'élaborer des plans à long terme, grâce à une unité de programmation solidement étoffée en représentants des différents secteurs intéressés (économistes et scientifiques).

Juste retour ou efficacité

Le fondement même de l'équilibre particulier atteint entre la recherche du juste retour (en fonction de l'investissement) et celle de l'efficacité (confier une tâche à l'exécutant le plus compétent à cet effet) a toujours fait l'objet de discussions soutenues. Cette question est également liée aux choix des sites. Le recours à la sous-traitance peut s'avérer utile à cet égard, sans toutefois parvenir à régler ce problème.

Contrôle et responsabilité

Il convient dès l'origine de prendre les dispositions adéquates afin d'assurer concrètement la direction et la gestion, c'est-à-dire de prévoir, sur le plan intérieur, des examens périodiques de l'état d'avancement du programme et, de façon plus large, pour définir les responsabilités. Par le passé, nombre de projets techniques, aussi bien au niveau national qu'international, se sont révélés dépourvus de tout mécanisme permettant d'arrêter ou de réorienter les travaux entrepris lorsqu'une telle mesure devenait nécessaire.

B. FACTEURS SPÉCIFIQUES A LA COOPÉRATION SCIENTIFIQUE

La recherche fondamentale, qui vise exclusivement à acquérir de nouvelles connaissances, débouche sur des résultats dont les délais d'application pratique sont généralement longs. Comme elle ne met pas en cause des intérêts commerciaux ou industriels, elle constitue de toute évidence un terrain plus aisé pour la coopération que la recherche appliquée. Mais l'expérience montre que la question du partage des résultats peut être résolue à condition de s'en préoccuper dès la genèse du projet. Dans un cas comme dans l'autre, les facteurs suivants doivent être pris en compte.

Equilibre des programmes nationaux et internationaux

Un équilibre doit être assuré entre programme international et programmes nationaux. Un programme international ne doit pas se présenter comme un

concurrent des programmes (et des fonds) nationaux, mais s'efforcer au contraire de leur être complémentaire. Inversement, il est important que le pays participant mène de son côté une action nationale pour être en mesure d'exploiter le programme international.

Formation des experts nationaux

Un programme de recherche international devrait être une pépinière de spécialistes nationaux de haut niveau : le personnel d'un laboratoire international devrait donc compter une forte proportion d'étudiants préparant un diplôme supérieur et de professeurs invités. Une large place devrait être faite aux séminaires de hautes spécialisation, aux cycles d'été, etc.

Cadre institutionnel

Il faut préserver la souplesse du cadre institutionnel en assurant un minimum de réglementations internes et en déléguant au maximum les responsabilités. A toutes les étapes de maturation de l'entreprise et à tous les niveaux de gestion, il doit exister des liens étroits entre les fonctions scientifiques et techniques et les fonctions publiques et administratives.

Stabilité budgétaire

Pour que les programmes de recherche en commun ne connaissent pas d'à-coups néfastes et pour préserver le moral des équipes, il convient d'assurer une certaine stabilité financière, fondée essentiellement sur l'adoption de budgets pluri-annuels. En même temps, il faut reconnaître que cet engagement est devenu plus difficile à prendre et à tenir pour bon nombre de pays en raison des changements très rapides des taux de change observés au cours des dernières années.

C. FACTEURS SPÉCIFIQUES A LA COOPÉRATION TECHNOLOGIQUE

Evaluation du marché

Le plus souvent il s'agit d'activités destinées à déboucher sur un produit qui doit être conforme aux besoins du marché au moment où il est lancé, d'où la nécessité d'une évaluation approfondie du marché potentiel avant le début du projet. Ce même facteur se trouve assez étroitement lié dans certains cas à la notion de maîtrise plus ou moins grande du marché potentiel ; à ce stade, les pressions des pouvoirs publics, par exemple sur les compagnies aériennes, ainsi que l'intégrité et la crédibilité que peuvent projeter les organismes de mise en marché et d'assistance, prennent toute leur importance. Certes, les difficultés internes auxquelles un projet peut avoir à faire face ne se résolvent pas sitôt apparue la certitude, ou du moins la forte probabilité, de voir la naissance du produit s'effectuer dans des conditions favorables : un tel contexte permet néanmoins de surmonter plus facilement les difficultés rencontrées. La disponibilité du produit adéquat au moment opportun dépend de plusieurs facteurs distincts : les principales caractéristiques technico-économiques du produit et leur adaptation au contexte présent ; son coût et son mode de financement (éléments décisifs) et enfin la perméabilité ou l'inertie du marché.

Centre de décision unique

La nécessité d'un centre de décision industriel unique conduit à créer dans la plupart des cas une entreprise commune dotée d'une personnalité juridique propre, ou à admettre la prédominance d'une société sur l'autre (maître d'œuvre et sous-traitants). Cette unicité du centre de responsabilité, outre qu'elle garantit le déroulement sans à-coups de l'effort mené en coopération, revêt une importance capitale pour la phase de commercialisation du produit.

Nombre restreint de participants

Les décisions « stratégiques » touchant la mise au point commune d'un produit ou d'un procédé destiné à être mis sur le marché sont difficiles à atteindre s'il y a trop de partenaires. L'expérience industrielle du passé montre que les meilleurs résultats sont souvent obtenus dans le cadre d'un accord bilatéral ou trilatéral. A l'échelle internationale, la formule de la sous-traitance ne contredit pas cet impératif d'un nombre limité de participants : bien au contraire, elle constitue l'un des moyens les plus rationnels d'exploiter les ressources disponibles.

Intégration

Les règles structurelles qui conduisent au succès d'une action de développement en commun, notamment lorsqu'elle intéresse les technologies lourdes, supposent une participation internationale intégrée du niveau de la conception à celui de l'exécution. Parallèlement à cette intégration, il faut opérer une division rationnelle du travail et unifier les achats industriels.

Responsabilité

La responsabilité de l'entreprise revient aux industries, au moins au niveau opérationnel. Il est donc important que l'intervention des autorités publiques se limite à la définition du programme, à son financement et à l'évaluation des résultats obtenus ; quant à la gestion courante du projet et à la responsabilité des décisions techniques, elles doivent revenir à l'industrie.

*
* * *

Dans une large mesure, les sections B et C ci-dessus traitent de la coopération scientifique et de la coopération technologique comme de deux phénomènes distincts. Il convient cependant de noter au moins un exemple de passage du schéma où prédomine la coopération, qui est le cas de la science, au schéma où prédomine la concurrence que l'on trouve lorsqu'une technologie acquiert une grande importance commerciale. Cet exemple est celui de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire, où la coopération internationale a été très développée au cours des années 50 et au début des années 60 comme le montre par exemple la création de l'AIEA et de ce qui est devenu l'AEN. Au cours des années 60, les pays ont concentré de plus en plus leurs efforts sur leurs propres conceptions de centrales nucléaires. Les accords de coopération ont commencé à être remplacés par des accords de construction sous licence et par la vente ou l'achat de technologies. Même l'application des radio-isotopes est dans une large mesure devenue une entreprise commerciale où règne la concurrence. En même temps,

la coopération est encore le schéma prédominant dans des domaines moins soumis à la concurrence comme l'évacuation des déchets nucléaires ou la protection contre les radiations.

Le même phénomène se manifeste pour certains aspects du domaine spatial comme celui des satellites de télécommunication où les perspectives de bénéfices commerciaux substantiels sont devenues le facteur le plus important. Par contre, même après plus de 20 ans d'une coopération scientifique de plus en plus intense dans les recherches sur la fusion thermo-nucléaire, la coopération internationale continue d'être d'actualité dans la mesure où l'exploitation commerciale de la fusion n'aura vraisemblablement pas lieu avant de nombreuses années.

Cette tendance à passer de la collaboration scientifique à la concurrence technologique peut être freinée en cas de crise ou dans des conditions similaires. L'exemple le plus évident est l'état de guerre, où la coopération entre nations alliées élimine normalement la concurrence commerciale en matière de technologie militaire. La crise énergétique des années 70 a également donné lieu à une volonté non négligeable de la part des pays de l'OCDE (AIE) de réunir leurs ressources technologiques dans des projets qui, dans d'autres circonstances, seraient peut-être restés marqués par la concurrence.

V. PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT DE LA COOPÉRATION

A. L'HÉRITAGE DES TRENTE DERNIÈRES ANNÉES

Pour évaluer les perspectives d'un accroissement de la coopération scientifique et technologique entre les pays de l'OCDE, le premier facteur à prendre en compte est l'état de leurs relations en ce domaine, et notamment l'expérience qu'ils ont de la coopération. Il est clair que ces relations sont déjà très développées et très actives, surtout pour ce qui est de la science : la communauté scientifique de chaque pays est véritablement insérée dans la communauté scientifique internationale. Toutefois, au-delà de cette base commune, on trouve au sein de la zone OCDE des expériences très diverses.

Au lendemain de la deuxième guerre mondiale, les pays européens ont d'abord eu à reconstruire leurs potentiels scientifiques et technologiques en même temps que leurs potentiels industriels et ont très vite été obligés de reconnaître qu'aucun d'entre eux ne pouvait seul couvrir dans sa totalité le spectre sans cesse élargi des progrès scientifiques et technologiques. La création du CERN pour ce qui est de la science fondamentale et l'action de l'Agence européenne de productivité de l'OECE pour ce qui est de la technologie témoignent de ces débuts de la coopération entre pays européens. A partir de la fin des années cinquante, la construction progressive de l'Europe en tant qu'entité politique a pris le relais de la reconstruction comme incitation à une coopération plus étroite entre les Etats membres des Communautés européennes. Certes, cette évolution n'a pas été exempte de difficultés de tous ordres, elle est encore loin d'une politique scientifique et technologique véritablement commune, mais les progrès déjà réalisés n'en apparaissent pas moins considérables eu égard aux difficultés énormes que ne peut manquer de rencontrer un objectif aussi ambitieux. Il est en particulier significatif que la grande majorité des développements passés en revue dans les trois premiers chapitres de ce rapport aient eu lieu dans un cadre européen, et que ces développements ne soient plus seulement le fait des gouvernements mais associent aussi de plus en plus souvent des firmes industrielles ou des services publics des pays membres des Communautés européennes. Sans être aussi intense, la coopération européenne au sens large, c'est-à-dire incluant les pays européens non membres des Communautés, semble procéder de ce même dynamisme.

Ce développement de la coopération européenne au cours des trente dernières années ne peut être pleinement compris que par référence à l'incontestable prédominance scientifique et technologique des Etats-Unis tout au long des années cinquante et soixante. C'est aux Etats-Unis que les chercheurs européens devaient nécessairement aller pour « rester dans la course », quitte à ignorer parfois ce qui se faisait dans les pays voisins ou même dans leur propre pays ; c'est aux

Etats-Unis que les firmes européennes devaient aller trouver l'inspiration de leur nécessaire modernisation technique. Le point culminant a sans doute été atteint en 1967-1968 avec le débat sur les « écarts technologiques » qui a été le principal thème de la troisième Conférence ministérielle sur la Science des pays de l'OCDE. Dans ces conditions, les Etats-Unis, tout en encourageant les échanges scientifiques et la venue de chercheurs d'autres pays, et en participant aux programmes scientifiques à l'échelle mondiale développés par les Nations Unies, avaient moins de raisons de susciter d'autres formes de coopération.

Enfin, d'autres pays Membres — notamment l'Australie, le Canada et le Japon — tout en se trouvant par rapport aux Etats-Unis dans la même situation relative que les pays européens, n'ont guère pu, en raison de problèmes géographiques évidents, y répondre de la même façon et c'est seulement depuis peu qu'ils ont cherché à développer leur coopération avec d'autres pays de l'OCDE.

Récemment toutefois, le gouvernement des Etats-Unis a été conduit à « se soucier de plus en plus de développer le parti qu'il peut tirer de la puissance de son potentiel scientifique et technologique dans les activités et relations internationales susceptibles de favoriser ses objectifs nationaux », ainsi que l'indiquait le Président Carter dans un rapport au Congrès en date du 27 février 1980 où il donnait ensuite les quatre grands thèmes de son action en ce domaine :

- « nouvelles initiatives internationales qui nous font progresser vers nos propres objectifs de Recherche-Développement ;
- développement et renforcement des échanges scientifiques capables de surmonter les divisions politiques, idéologiques et culturelles entre pays ;
- programmes et institutions aidant les pays en développement à utiliser la science et la technologie ;
- coopération avec d'autres nations en vue de maîtriser les technologies susceptibles d'avoir des incidences à l'échelle mondiale. »

B. LE CONTEXTE ACTUEL

Un second élément à prendre en compte est le contexte économique et social où s'insèrent leurs efforts de Recherche-Développement et d'innovation. Des autres documents de base préparés pour la réunion du Comité de la Politique scientifique et technologique au niveau ministériel¹³, se dégagent trois raisons qui militent en faveur d'une coopération accrue entre les pays Membres :

- i) l'accroissement des coûts de la recherche et de l'innovation ainsi que le plafonnement, dans de nombreux pays, des ressources consacrées à la Recherche-Développement ;
- ii) la pression des problèmes et défis communs (énergie, ressources naturelles, environnement, services publics et sociaux) ;
- iii) le caractère « transnational » d'un nombre croissant de domaines de recherche qui intéressent plusieurs, sinon tous les pays Membres.

En même temps, il faut reconnaître que tous les pays se préoccupent davantage de renforcer leur position concurrentielle et qu'il s'agit là désormais d'un objectif prioritaire de leurs politiques scientifiques et technologiques.

13. Voir, dans le présent volume, Première partie : « L'état actuel des politiques de la science et de la technologie », pp. 13 à 61 ; Deuxième partie : « L'innovation technique et l'économie », pp. 63 à 92 et Troisième partie : « Science, technologie et société dans les années 80 », pp. 93 à 137.

C. SUGGESTIONS POUR UN ÉVENTUEL DÉVELOPPEMENT DE LA COOPÉRATION

On trouvera ci-après quelques exemples des nombreux domaines où pourrait s'étendre la coopération scientifique et technologique. Il importe de souligner qu'il ne s'agit aucunement de propositions formelles, tout au plus de suggestions de directions que les pays Membres intéressés pourraient ultérieurement examiner bilatéralement ou multilatéralement pour définir des activités susceptibles de faire l'objet d'une collaboration. Ces exemples proviennent d'une analyse des documents préparés pour la réunion ministérielle ou des suggestions faites récemment par quelques délégations nationales.

Mobilité internationale des chercheurs et ingénieurs

Il s'agit là du problème mentionné plus haut d'un éventuel ralentissement de cette mobilité. Il conviendrait sans doute dans un premier stade de vérifier s'il s'agit d'un problème réel et, le cas échéant, d'en préciser les données.

Entreprises scientifiques et technologiques à très grande échelle

Même si ce n'est pas là un nouveau type de coopération, l'évolution incessante de la science et de la technologie, l'accroissement général du coût des équipements en cause, la multiplication des disciplines où les équipements lourds sont devenus des besoins presque quotidiens lui confèrent une actualité toujours renouvelée. De plus, indépendamment des instruments qui, de toute évidence, ne peuvent être construits que par la collaboration de plusieurs pays, certaines délégations — notamment la délégation de la France — ont suggéré qu'il serait intéressant de promouvoir une utilisation internationale accrue de certains grands équipements nationaux.

Technologies « génériques »

La délégation des Etats-Unis a appelé l'attention du Comité sur l'importance pour tous les pays d'un certain nombre de domaines technologiques qui recourent de nombreux secteurs industriels. Parmi les exemples cités figurent la prévention et le contrôle de la corrosion, le soudage, le traitement par irradiation. Dans ces domaines se posent des problèmes scientifiques et techniques fondamentaux que n'étudie pas suffisamment le secteur privé dans la mesure où les firmes ne sauraient attendre d'avantages exclusifs de tels investissements de recherche, mais que l'Université n'aborde pas non plus car ils lui paraissent de nature trop appliquée.

Technologies utilisées dans les services publics

On peut citer comme exemples de telles technologies l'organisation de l'enlèvement des ordures, les programmes de récupération des déchets et de recyclage des ressources, les systèmes de transport en commun et les installations de traitement des eaux usées. La demande croissante de biens et de services publics, liée au thème de la « qualité de la vie », et le développement du secteur des services conduisent volontiers à penser a priori que, dans ce domaine, les divers pays auraient, tout d'abord, beaucoup de choses à simplement apprendre les uns des autres, avant de passer ultérieurement au stade de la coopération en matière de Recherche-Développement.

Recherches destinées à améliorer la base scientifique des réglementations nationales dans des domaines tels que la santé, la sûreté et l'environnement

Cette question a pris une importance croissante, tout d'abord en raison des préoccupations du public à l'égard des risques et des nuisances des technologies nouvelles, mais aussi à cause du déclin du rythme d'innovation qu'auraient impliqué dans certaines branches les coûts qu'entraînent les réglementations et les incohérences d'ordre scientifique et technique que certaines d'entre elles comportent. Par contre, il a été avancé que des réglementations bien conçues ont dans d'autres branches fortement contribué à l'innovation. Il y a là, non seulement un problème que connaît chaque pays, mais aussi un problème au niveau international si les produits auxquels s'appliquent les réglementations font l'objet d'un important volume d'échanges. C'est ce qui a conduit au développement du Programme de l'OCDE sur les produits chimiques, mais bien d'autres types de produits pourraient faire l'objet d'une coopération semblable.

Recherches nécessaires pour évaluer les répercussions de technologies nouvelles sur l'économie, l'environnement et la société, notamment celles qui affectent plusieurs nations ou régions

Ce domaine, qui est dans une certaine mesure lié au précédent, est suffisamment développé dans « Science, technologie et société dans les années 80 »¹⁴ pour qu'il ne soit pas nécessaire de le reprendre ici.

Recherches sur les problèmes spécifiques des pays en développement

Nous n'avons pas, dans ce volume, traité des relations scientifiques et technologiques Nord-Sud. Il faut toutefois rappeler qu'un certain nombre de pays Membres sont activement engagés dans une coopération avec les pays en développement et pourraient souhaiter développer, sinon des programmes communs en ce domaine, du moins des échanges de vues et d'informations sur leurs efforts respectifs et les problèmes qu'ils rencontrent.

*
* *

Ces exemples ne sont présentés qu'à titre d'illustration ; la liste n'en est pas exhaustive. Il ne suffit pas toutefois de dire que des conditions générales et des besoins nouveaux offrent de nouvelles possibilités de coopération internationale. Les pays intéressés doivent d'abord mener à bien des analyses aboutissant à des propositions précises, et chaque proposition doit être jugée d'après ses propres mérites sans oublier les « coûts » de la coopération définis dans le chapitre précédent.

14. Pp. 93 à 137 du présent volume.

Appendice 1

Projets COST et pays participants

Catégorie	Type d'accord	Type d'action	Signataires
II	ACCC	Télé-informatique	Communauté +
IV	DCI	Methodes de planification et d'optimalisation des réseaux de télécommunications	B, D, F, I, NL, UK, SF, S, TR
IV	DCI	Utilisation de techniques digitales dans les réseaux locaux de télécommunications	B, DK, D, F, I, NL, UK, CH, SF, S, TR
IV	DCI	Réseaux d'antennes phasées et leurs nouvelles applications	I, UK, SF, S
IV	DCI	Influence de l'atmosphère sur la propagation des ondes radioélectriques sur les trajets satellite-terre à des fréquences supérieures à 10 GHz	B, DK, F, I, UK, SF, S
IV	DCI	Systèmes de communication par fibres optiques	B, DK, D, F, IRL, I, NL, UK, E, CH, SF, S
IV	DCI	Etude des techniques de réduction des redondances dans les services vidéophoniques	B, D, F, I, NL, UK, S
III	DCI	Dispositif d'aides électroniques à la circulation sur les grands axes routiers	B, D, F, I, NL, UK, YU, A, CH, SF, S, CEE
	P	Systèmes d'aides à la navigation maritime	
	P	Recherche sur les conditions techniques et économiques de l'utilisation des véhicules routiers électriques	
(IV)	P	Evaluation technique et économique des programmes de trolleybus bi-mode	
	P	Utilisation de carburants de substitution pour la propulsion des véhicules routiers	
III	INTER	Mise en place d'un réseau expérimental européen de stations océaniques	B, DK, F, IRL, UK, N, P, SF, S
IV	DCI	Mariculture	F, IRL, NL, UK, P, SF, S
III	DCI	Ecosystème benthique côtier	DK, D, F, IRL, NL, UK, E, N, S (CEE)
III	INTER	Matériaux pour turbines à gaz	B, D, F, I, LUX, NL, UK, A, CH, S, CEE
IV	DCI	Recherches en matière de matériaux pour machines électriques supraconductrices	A, CH
	P	Matériaux pour la conversion des matières fossiles	
II	ACCC	Comportement physico-chimique des polluants atmosphériques	Communauté + A, CH, S
II	ACCC	Analyse des micropolluants organiques dans l'eau	Communauté + E, N, P, CH, S

Projets COST et pays participants (suite)

Catégorie	Type d'accord	Type d'action	Signataires
II	ACCC	Traitement et utilisation des boues d'épuration	Communauté + N, A, CH, SF, S
IV	DCI	Mesure des précipitations par radar	DK, F, NL, UK, CH, SF, S
IV	DCI	Le maïs comme aliment de base des bovins de boucherie	B, DK, D, NL, CH, S
IV	DCI	Production de protéine mono-cellulaire et son utilisation pour l'alimentation animale	B, DK, D, F, IRL, NL, E, CH, S, TR
IV	DCI	Sevrage précoce des porcelets	B, DK, D, UK, CH, S
IV	DCI	Enrichissement des cultures de base en matière minérale	B, D, NL, CH
II	ACCC	Effet des traitements sur les propriétés physiques des denrées alimentaires	Communauté + CH, SF, S
II	ACCC	Effet du traitement thermique et de la distribution sur la qualité et la valeur nutritive des aliments	Communauté +
I	ACCC	Recherche médicale : anomalies congénitales	Communauté + GR, CH

INTER : Accord international
ACCC : Accord de concertation Communauté-COST
DCI : Déclaration commune d'intention
P : Action en préparation

Source : Communautés européennes.

Appendice 2

Participation des pays aux programmes et projets en coopération de l'AIE sur la Recherche, le Développement et la démonstration en matière d'énergie

	Australie	Autriche	Belgique	Canada	Danemark	Allemagne	Grèce	Irlande	Italie	Japon	Luxembourg	Pays-Bas	Nouvelle-Zélande	Norvège	Espagne	Suède	Suisse	Tunisie	Royaume-Uni	Etats-Unis	Communautés européennes
1. Stratégie de Recherche, de Développement et de démonstration en matière d'énergie		X	X	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X		X	X	X
ECONOMIES D'ÉNERGIE																					
2. Urbanisme (systèmes et conception des collectivités)						X	A		X											X	
3. Wiehl/Esslingen (ensembles d'immeubles)						X			X											X	
4. Analyse énergétique des immeubles commerciaux			X	X	X	X			X			X				X	X		A	X	
5. Analyse énergétique des immeubles d'habitation			X		X	X			X			X				A	X			X	
6. Mesure du comportement énergétique des immeubles commerciaux			X	X	X	X			X			X				X	X		A	X	
7. Centre d'étude des infiltrations d'air				X	X	X			X			X				X	X		A	X	
8. Pompes à chaleur avec stockage thermique				X	X	X		X	X			X				X	X		A	X	
9. Pompes à chaleur évoluées	A	X	X	X	X	A		X	X	X		X			X	X	X		X	X	
10. Procédés de combustion						X			X			X				X	X		X	X	
11. Utilisation de l'énergie en cascade		X	X	X		X			X			X				X	X		X	X	
12. Triple cycle de Rankine		X				A			X			X				X	X		X	X	
13. Transfert de chaleur/échangeurs de chaleur						X			X			X				X	X		A	X	
14. Evaluation du stockage de la chaleur à grande échelle			X		X	X			X			X				X	X		A	X	
15. Stockage de la chaleur en lac artificiel					X	X			X			X				X	X		X	X	
16. Fabrication de ciment						X			X			X				X	X		X	X	
17. Matériaux résistant à de hautes températures destinés à des moteurs de véhicules						X			X			X				X	X		X	X	
TECHNOLOGIE DU CHARBON																					
18. Service d'information technique		X	X	X	X	X		X	X	X		X	X		X	X			A	X	
19. Service d'évaluation économique				X	X	X		X	X			X			X	X			A	X	
20. Service de banque de données sur les réserves et les ressources mondiales de charbon			X			X			X			X							A	X	
21. Centre de documentation sur les techniques d'exploitation minière			X	X		X			X			X			X				A	X	
22. Combustion en lit fluidisé sous pression						X			X			X							A	X	
23. Combustion en lit fluidisé sous pression atmosphérique				X	A				X	X		X	X			X	X		A	X	
24. Production de gaz de houille à faible pouvoir calorifique - procédé Otto Saarberg *						A			X			X	X							X	
25. Liquéfaction du charbon - procédé SRC II *						X			X			X								X	
26. Pyrolyse du charbon						A			X			X				X			X	X	
27. Traitement des effluents liquides de la gazéification du charbon						A			X			X				X			A	X	
28. Alimentation en charbon sec				X	X	A										X			X	A	
29. Brûleur à charbon à faible production d'oxydes d'azote				X	X											X				X	
30. Démonstrations de mélanges charbon/pétrole pour les chaudières des centrales *				X	X				X			X								X	
31. Mélanges charbon/pétrole pour usages industriels *				X	X				X			X				A				X	
PÉTROLE																					
32. Récupération assistée du pétrole		X		X		X			X					X					X	A	
ÉNERGIE NUCLÉAIRE																					
33. Expériences sur la sûreté des réacteurs nucléaires ¹	X	X	X	X	A				X	A		X		X	X	A	X		A	A	
ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE																					
34. Modes artificiels de production d'énergie géothermique						A			X							X	X		X	X	
35. Roches chaudes sèches						X			X											X	
36. Essai d'équipement géothermique ²						X			X			X								X	
ÉNERGIE SOLAIRE																					
37. Rendement des systèmes de chauffage et de climatisation			X		A	X			X	X		X	X		X	X	X		X	X	X
38. Coordination des travaux de R-D sur le chauffage et la climatisation		X	X		X	X	X		X	A		X	X		X	X	X			X	
39. Essai de collecteurs pour le chauffage et la climatisation		X	X	X	X	A	X		X	X		X	X		X	X	X		X	X	X
40. Instruments de mesure		X	X	X	X	X			X			X			X	X	X		X	X	X
41. Exploitation des données météorologiques		X	X	X	X	X			X			X			X	A	X		X	X	X
42. Rendement des systèmes utilisant des capteurs à tubes sous vide				X	X	X			X	X						X	X			A	
43. Centrales solaires avec stockage saisonnier				X	X	X			X			X				A	X			X	
44. Démonstration de centrales solaires de faible puissance	X	X				A	X		X						X	X	X			X	
CONVERSION DE LA BIOMASSE																					
45. Service d'information technique		X	X	X		X		A	X			X				X	X		X	X	X
46. Valorisation des produits forestiers		X	X	X	X			X				X	X			A			X	X	X
ÉNERGIE DES OCÉANS																					
47. Conversion de l'énergie des vagues				X			X		A										X	X	
ÉNERGIE ÉOLIENNE																					
48. Démonstrations de la production d'énergie éolienne à grande échelle					X	X										X				X	
49. Technologie des systèmes de conversion de l'énergie éolienne	X		X	X	A			X		X		X	X	X		A			X	A	
ÉNERGIE DE FUSION																					
50. Aimants supraconducteurs									X							X	X			A	X
51. Interactions entre le plasma et la paroi (TEXTOR)				X		X			X							X	X	X		X	A
HYDROGÈNE																					
52. Production d'hydrogène à partir de l'eau			A	X		X			A	X		X				X	X		X	A	A

* Ces projets font l'objet d'une déclaration d'intention.
 1. La Finlande, qui n'est pas membre de l'AIE, participe à ce projet.
 2. Le Mexique, qui n'est pas membre de l'AIE, participe à ce projet.

X Participation au projet.
 A Responsable du projet.
 Source : AIE.

ANNEXE

DÉCLARATION MINISTÉRIELLE SUR LES POLITIQUES FUTURES EN MATIÈRE DE SCIENCE ET DE TECHNOLOGIE

Les Ministres responsables des politiques de la science et de la technologie dans les pays Membres¹ de l'OCDE et en Yougoslavie, réunis dans le cadre du Comité de la Politique scientifique et technologique de l'Organisation :

Considérant la contribution essentielle de la science et de la technologie au développement économique et social tant des pays industrialisés que des pays en développement ;

Considérant les défis auxquels sont actuellement confrontés les pays Membres, tels que le ralentissement de la croissance économique, le niveau élevé de chômage, les faibles taux d'accroissement de la productivité, la persistance de l'inflation, les déséquilibres structurels de leurs économies, la hausse des prix de l'énergie et les problèmes d'environnement ;

Considérant que, pour surmonter ces difficultés et pour répondre aux besoins et aux aspirations de la société, la science, la technologie et l'innovation ont un rôle crucial à jouer ;

Considérant que la recherche fondamentale remplit une fonction irremplaçable dans la naissance des idées et des connaissances nouvelles, notamment celles qui sont nécessaires aux futures innovations techniques ;

Considérant que les politiques nationales exercent une influence importante sur la vigueur de l'effort scientifique et sur l'innovation ;

Considérant que les progrès de la science et de la technologie dépendent des nombreuses formes de la coopération internationale et de la circulation la plus large possible des idées et des connaissances nouvelles entre chercheurs, entre institutions et entre pays ;

Considérant l'utilité de consultations internationales suivies sur la formulation, la mise en œuvre et l'évaluation des politiques relatives à la science et à la technologie ;

1. La mention des pays Membres est réputée valoir aussi pour les Communautés Européennes.

DÉCLARENT

qu'il est nécessaire d'intégrer les politiques de la science et de la technologie et les autres aspects de l'action gouvernementale, en particulier, les politiques économique, industrielle, énergétique et sociale, ainsi que les politiques de l'éducation et de la main-d'œuvre ;

qu'il importe de prendre en considération les mesures ci-dessous dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques de la science et de la technologie dans les pays Membres et en Yougoslavie :

A. En ce qui concerne l'innovation technique :

- i)* faire de la promotion de l'innovation un objectif des politiques économique, sociale et réglementaire ;
- ii)* accorder une haute priorité à l'investissement dans la recherche, le développement et l'innovation pour que les pressions du court terme ne compromettent pas les sources de la croissance économique future, de l'accroissement de l'emploi et de l'ajustement structurel ;
- iii)* créer des conditions favorables à l'innovation dans les secteurs public et privé, y compris l'ouverture des marchés, et inciter à prendre les risques que comporte l'innovation ;
- iv)* accorder une attention particulière au potentiel d'innovation des petites et moyennes entreprises ;
- v)* encourager les efforts de recherche, de développement et d'innovation destinés à accroître l'efficacité et la qualité de l'activité du secteur des services publics et sociaux ;
- vi)* encourager les efforts de recherche, de développement et d'innovation liés aux problèmes mondiaux, notamment dans les domaines de l'énergie, des matières premières, de l'environnement, de l'alimentation, de l'urbanisation, de la santé et des conditions de travail ;
- vii)* promouvoir la diffusion de l'information technique ;

B. En ce qui concerne la recherche à long terme :

- i)* préserver le dynamisme et la continuité de la recherche fondamentale et à long terme afin d'accroître le capital des connaissances scientifiques et techniques de base dans l'ensemble des disciplines ;
- ii)* renforcer le potentiel de recherche des universités et autres institutions concernées en veillant de façon appropriée aux problèmes que posent leur financement et leur administration, leurs équipements de recherche, leur personnel et leurs relations avec l'industrie, le secteur public et les autres secteurs de la société ;

C. En ce qui concerne les répercussions politiques, économiques, sociales et culturelles du changement technique :

- i)* tenir dûment compte des conséquences sociales et culturelles des technologies nouvelles en ce qui concerne l'emploi, la mobilité et la formation de la main-d'œuvre ;
- ii)* surveiller l'introduction et la diffusion des nouvelles technologies tout en s'efforçant d'en évaluer les conséquences éventuelles pour l'économie, l'environnement et la société ;
- iii)* faciliter la participation du public à la définition des grandes orientations technologiques, notamment grâce à l'accès aux informations concernant leurs conséquences prévisibles à long terme, et par le développement de la compréhension qu'a le public de la science et de la technologie ;

D. En ce qui concerne la coopération scientifique et technologique internationale :

- i) stimuler les échanges de chercheurs, d'ingénieurs et d'étudiants entre pays Membres, faciliter la libre circulation des informations scientifiques et techniques et encourager les échanges technologiques ;
- ii) explorer les possibilités nouvelles de coopération dans les domaines d'intérêt commun en vue de mieux utiliser les ressources en hommes et les équipements, de partager les coûts, d'obtenir des résultats plus rapides et de mettre sur pied des efforts à grande échelle lorsque ceux-ci sont nécessaires pour s'attaquer efficacement aux problèmes ;
- iii) encourager au niveau international les mesures permettant d'améliorer la base scientifique des réglementations dans des domaines tels que la santé, la sûreté technique et l'environnement ;
- iv) entreprendre une large gamme d'activités en coopération avec les pays en développement en vue de renforcer leurs capacités scientifiques et techniques et de contribuer à la mise en œuvre et à l'évaluation de ces efforts ;

Les Ministres DÉCLARENT en outre que l'OCDE devrait :

- i) prêter une attention accrue à l'intégration des facteurs scientifiques et techniques dans l'ensemble de ses activités, et notamment dans ses travaux consacrés aux divers aspects de la politique économique ;
- ii) approfondir la compréhension des facteurs qui interviennent dans la production des innovations dans les pays Membres, et des répercussions des transferts de technologies ;
- iii) aider les pays Membres moins industrialisés à s'attaquer aux problèmes qu'ils rencontrent dans leur action visant à accroître la contribution de la science et de la technologie à leur développement économique et social ;
- iv) poursuivre les échanges d'expériences et d'informations entre pays Membres en ce qui concerne les politiques scientifiques et technologiques et faciliter l'élaboration de ces politiques ;
- v) faciliter l'évaluation par les pays Membres des conséquences du changement technique pour la croissance économique, le niveau de l'emploi, l'accroissement de la productivité, les changements structurels de l'économie ainsi que pour l'environnement et pour la société dans son ensemble ;
- vi) faciliter l'identification par les pays Membres des domaines de recherche où ils pourraient souhaiter coopérer et des moyens susceptibles de conduire à une telle coopération ;
- vii) faciliter les efforts des pays Membres visant à renforcer le potentiel et les capacités scientifiques et technologiques des pays en développement.

OECD SALES AGENTS DÉPOSITAIRES DES PUBLICATIONS DE L'OCDE

ARGENTINA – ARGENTINE

Carlos Hirsch S.R.L., Florida 165, 4° Piso (Galería Guemes)
1333 BUENOS AIRES, Tel. 33.1787.2391 y 30.7122

AUSTRALIA – AUSTRALIE

Australia and New Zealand Book Company Pty. Ltd.,
10 Aquatic Drive, Frenchs Forest, N.S.W. 2086
P.O. Box 459, BROOKVALE, N.S.W. 2100

AUSTRIA – AUTRICHE

OECD Publications and Information Center
4 Simrockstrasse 5300 BONN. Tel. (0228) 21.60.45

Local Agent/Agent local :
Gerold and Co., Graben 31, WIEN 1. Tel. 52.22.35

BELGIUM – BELGIQUE

LCLS
35, avenue de Stalingrad, 1000 BRUXELLES. Tel. 02.512.89.74

BRAZIL – BRÉSIL

Mestre Jou S.A., Rua Guaipa 518,
Caixa Postal 24090, 05089 SAO PAULO 10. Tel. 261.1920
Rua Senador Dantas 19 s/205-6, RIO DE JANEIRO GB.
Tel. 232.07.32

CANADA

Renouf Publishing Company Limited,
2182 St. Catherine Street West,
MONTREAL, Que. H3H 1M7. Tel. (514)937.3519
522 West Hasting,
VANCOUVER, B.C. V6B 1L6. Tel. (604) 687.3320

DENMARK – DANEMARK

Munksgaard Export and Subscription Service
35, Nørre Sogade
DK 1370 KØBENHAVN K. Tel. +45.1.12.85.70

FINLAND – FINLANDE

Akateminen Kirjakauppa
Keskuskatu 1, 00100 HELSINKI 10. Tel. 65.11.22

FRANCE

Bureau des Publications de l'OCDE,
2 rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16. Tel. (1) 524.81.67
Principal correspondant :
13602 AIX-EN-PROVENCE : Librairie de l'Université.
Tel. 26.18.08

GERMANY – ALLEMAGNE

OECD Publications and Information Center
4 Simrockstrasse 5300 BONN. Tel. (0228) 21.60.45

GREECE – GRÈCE

Librairie Kauffmann, 28 rue du Stade,
ATHENES 132. Tel. 322.21.60

HONG-KONG

Government Information Services,
Sales and Publications Office, Baskerville House, 2nd floor,
13 Duddell Street, Central. Tel. 5.214375

ICELAND – ISLANDE

Snaebjörn Jonsson and Co., h.f.,
Hafnarstraeti 4 and 9, P.O.B. 1131, REYKJAVIK.
Tel. 13133/14281/11936

INDIA – INDE

Oxford Book and Stationery Co. :
NEW DELHI-1, Scindia House. Tel. 45896
CALCUTTA 700016, 17 Park Street. Tel. 240832

INDONESIA – INDONÉSIE

PDIN-LIPI, P.O. Box 3065/JKT., JAKARTA, Tel. 583467

IRELAND – IRLANDE

TDC Publishers – Library Suppliers
12 North Frederick Street, DUBLIN 1 Tel. 744835-749677

ITALY – ITALIE

Libreria Commissionaria Sansoni :
Via Lamarmora 45, 50121 FIRENZE. Tel. 579751
Via Bartolini 29, 20155 MILANO. Tel. 365083
Sub-depositari :
Editrice e Libreria Herder,
Piazza Montecitorio 120, 00 186 ROMA. Tel. 6794628
Libreria Hoepli, Via Hoepli 5, 20121 MILANO. Tel. 865446
Libreria Lattes, Via Garibaldi 3, 10122 TORINO. Tel. 519274
La diffusione delle edizioni OCSE è inoltre assicurata dalle migliori
librerie nelle città più importanti.

JAPAN – JAPON

OECD Publications and Information Center,
Landic Akasaka Bldg., 2-3-4 Akasaka,
Minato-ku, TOKYO 107 Tel. 586.2016

KOREA – CORÉE

Pan Korea Book Corporation,
P.O. Box n° 101 Kwangwhamun, SÉOUL. Tel. 72.7369

LEBANON – LIBAN

Documenta Scientifica/Redico,
Edison Building, Bliss Street, P.O. Box 5641, BEIRUT.
Tel. 354429 – 344425

MALAYSIA – MALAISIE

and/et SINGAPORE - SINGAPOUR
University of Malaysia Co-operative Bookshop Ltd.
P.O. Box 1127, Jalan Pantai Baru
KUALA LUMPUR. Tel. 51425, 54058, 54361

THE NETHERLANDS – PAYS-BAS

Staatsuitgeverij
Verzendenboekhandel Chr. Plantijnstraat
S-GRAVENAGE. Tel. nr. 070.789911
Voor bestellingen: Tel. 070.789208

NEW ZEALAND – NOUVELLE-ZÉLANDE

Publications Section,
Government Printing Office Bookshops:
AUCKLAND: Retail Bookshop: 25 Rutland Street.
Mail Orders: 85 Beach Road, Private Bag C.P.O.
HAMILTON: Retail: Ward Street,
Mail Orders, P.O. Box 857
WELLINGTON: Retail: Mulgrave Street (Head Office),
Cubacade World Trade Centre
Mail Orders: Private Bag
CHRISTCHURCH: Retail: 159 Hereford Street,
Mail Orders: Private Bag
DUNEDIN: Retail: Princes Street
Mail Order: P.O. Box 1104

NORWAY – NORVÈGE

J.G. TANUM A/S Karl Johansgate 43
P.O. Box 1177 Sentrum OSLO 1. Tel. (02) 80.12.60

PAKISTAN

Mirza Book Agency, 65 Shahrah Quaid-E-Azam, LAHORE 3.
Tel. 66839

PHILIPPINES

National Book Store, Inc.
Library Services Division, P.O. Box 1934, MANILA.
Tel. Nos. 49.43.06 to 09, 40.53.45, 49.45.12

PORTUGAL

Livraria Portugal, Rua do Carmo 70-74,
1117 LISBOA CODEX. Tel. 360582/3

SPAIN – ESPAGNE

Mundi-Prensa Libros, S.A.
Castello 37, Apartado 1223, MADRID-1. Tel. 275.46.55
Libreria Bastinos, Pelayo 52, BARCELONA 1. Tel. 222.06.00

SWEDEN – SUÈDE

AB CE Fritzes Kungl. Hovbokhandel,
Box 16 356, S 103 27, STH. Regeringsgatan 12,
DS STOCKHOLM. Tel. 08/23.89.00

SWITZERLAND – SUISSE

OECD Publications and Information Center
4 Simrockstrasse 5300 BONN. Tel. (0228) 21.60.45
Local Agents/Agents locaux
Librairie Payot, 6 rue Grenus, 1211 GENEVE 11. Tel. 022.31.89.50
Freihofer A.G., Weinbergstr. 109, CH-8006 ZÜRICH.
Tel. 01.3634282

TAIWAN – FORMOSE

National Book Company,
84-5 Sing Sung South Rd, Sec. 3, TAIPEI 107. Tel. 321.0698

THAILAND – THAÏLANDE

Suksit Siam Co., Ltd., 1715 Rama IV Rd,
Samyan, BANGKOK 5. Tel. 2511630

UNITED KINGDOM – ROYAUME-UNI

H.M. Stationery Office, P.O.B. 569,
LONDON SE1 9NH. Tel. 01.928.6977, Ext. 410 or
49 High Holborn, LONDON WC1V 6 HB (personal callers)
Branches at: EDINBURGH, BIRMINGHAM, BRISTOL,
MANCHESTER, CARDIFF, BELFAST.

UNITED STATES OF AMERICA – ÉTATS-UNIS

OECD Publications and Information Center, Suite 1207,
1750 Pennsylvania Ave., N.W. WASHINGTON, D.C.20006 – 4582
Tel. (202) 724.1857

VENEZUELA

Libreria del Este, Avda. F. Miranda 52, Edificio Galipan,
CARACAS 106. Tel. 32.23.01/33.26.04/33.24.73

YUGOSLAVIA – YUGOSLAVIE

Jugoslovenska Knjiga, Terazije 27, P.O.B. 36, BEOGRAD.
Tel. 621.992

Les commandes provenant de pays où l'OCDE n'a pas encore désigné de dépositaire peuvent être adressées à :
OCDE, Bureau des Publications, 2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16.

Orders and inquiries from countries where sales agents have not yet been appointed may be sent to:
OECD, Publications Office, 2 rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16.

PUBLICATIONS DE L'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16 - N° 41996 1981
IMPRIMÉ EN FRANCE
1375/SD (92 81 05 2) ISBN 92-64-22254-5